Untuk SMP dan MTs Kelas VIII

ILMU PENGETAHUAN ALAM (TERPADU)

Setya Nurachmandani
Samson Samsulhadi

Setya Nurachmandani · Samson Samsulhadi

ILMU PENGETAHUAN ALAM (TERPADU)

Untuk SMP dan MTs Kelas VIII

Pusat Perbukuan
Kementerian Pendidikan Nasional

2

• Setya Nurachmandani • Samson Samsulhadi

ILMU PENGETAHUAN ALAM (TERPADU)

2

Untuk SMP dan MTs Kelas VIII

Pusat Perbukuan
Kementerian Pendidikan Nasional

Ilmu Pengetahuan Alam (Terpadu)

Untuk SMP dan MTs Kelas VIII

Penulis : Setya Nurachmandani
Samson Samsulhadi
Editor : Budi Wahyono dan Fitri Wahyudi
Ilustrator : Haryana Humardani

Ukuran buku : 17,6 x 25 cm

507
SET SETYA Nurachmandani
i Ilmu Pengetahuan Alam (Terpadu) Untuk SMP dan MTs kelas VIII/Setya Nurachmandani, Samson Samsulhadi; editor, Budi Wahyono, Fitri Wahyudi; ilustrator, Haryana Humardani.—Jakarta: Pusat Perbukuan, Kementerian Pendidikan Nasional, 2010.
viii, 354 hlm.: ilus.; 25 cm

Bibliografi: hlm. 347
Indeks
ISBN 978-979-068-980-0 (no. jilid lengkap)
ISBN 978-979-068-986-2 (jil. 2a)

1. Sains - Studi dan Pengajaran I. Judul
II. Samson Samsulhadi III. Budi Wahyono IV. Fitri Wahyudi
VI. Haryana Humardani

Diterbitkan oleh Pusat Perbukuan
Kementerian Pendidikan Nasional Tahun 2010.

Diperbanyak oleh . . .

KATA SAMBUTAN

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT, berkat rahmat dan karunia-Nya, Pemerintah, dalam hal ini, Departemen Pendidikan Nasional, pada tahun 2009, telah membeli hak cipta buku teks pelajaran ini dari penulis/penerbit untuk disebarluaskan kepada masyarakat melalui situs internet (*website*) Jaringan Pendidikan Nasional.

Buku teks pelajaran ini telah dinilai oleh Badan Standar Nasional Pendidikan dan telah ditetapkan sebagai buku teks pelajaran yang memenuhi syarat kelayakan untuk digunakan dalam proses pembelajaran melalui Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 69 Tahun 2008 tanggal 7 November 2008.

Kami menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada para penulis/penerbit yang telah berkenan mengalihkan hak cipta karyanya kepada Kementerian Pendidikan Nasional untuk digunakan secara luas oleh para siswa dan guru di seluruh Indonesia.

Buku-buku teks pelajaran yang telah dialihkan hak ciptanya ini dapat diunduh (*down load*), digandakan, dicetak, dialihmediakan, atau difotokopi oleh masyarakat. Namun, untuk penggandaan yang bersifat komersial harga penjualannya harus memenuhi ketentuan yang ditetapkan oleh Pemerintah. Diharapkan buku teks pelajaran ini akan lebih mudah diakses oleh siswa dan guru di seluruh Indonesia maupun sekolah Indonesia yang berada di luar negeri sehingga dapat dimanfaatkan sebagai sumber belajar.

Kami berharap, semua pihak dapat mendukung kebijakan ini. Kepada para siswa kami ucapkan selamat belajar dan manfaatkanlah buku ini sebaik-baiknya. Kami menyadari bahwa buku ini masih perlu ditingkatkan mutunya. Oleh karena itu, saran dan kritik sangat kami harapkan.

Jakarta, April 2010
Kepala Pusat Perbukuan

KATA PENGANTAR

Segala puji penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas semua karunia yang telah diberikan, sehingga penulis dapat menyelesaikan buku pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam untuk SMP dan MTs ini sesuai rencana. Buku ini merupakan wujud partisipasi dan darma bakti penulis dalam rangka meningkatkan pendidikaan guna mengiringi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini makin pesat. Sejalan dengan hal tersebut, sistem pendidikan mengalami perkembangan dan pembaharuan, termasuk kurikulumnya. Dalam meningkatkan mutu pendidikan, diperlukan sarana dan prasarana yang memadai. Salah satunya adalah dengan penyediaan buku pelajaran.

Buku ini menekankan pada pembelajaran salingtemas (sains, lingkungan, teknologi dan masyarakat) secara terpadu yang diarahkan pada pengalaman belajar secara langsung melalui penggunaan dan pengembangan keterampilan proses dan sikap ilmiah. Keterampilan proses meliputi keterampilan mengamati, keterampilan menggunakan alat dan bahan penelitian, keterampilan mengomunikasikan, serta penerapannya di dalam kehidupan sehari-hari.

Materi dalam buku ini diberikan secara bertingkat mulai dari yang mudah hingga yang sulit, serta menggunakan bahasa yang sederhana. Buku ini juga dilengkapi dengan Soal Kompetensi, Kegiatan, Pelatihan, Ilmuwan Kecil, dan Peta Konsep. Guna memantapkan pemahaman materi dan menambah wawasan siswa diberikan aplikasi konsep dan teknologi terkini melalui InTips dan Tokoh.

Penulis berharap buku ini dapat membantu siswa dalam memahami alam. Kritik dan saran senantiasa penulis harapkan guna penyempurnaan pada edisi mendatang. Terima kasih.

Surakarta, Mei 2008

Tim Penulis

PETUNJUK PENGGUNAAN BUKU

Tujuan Pembelajaran

Tujuan pembelajaran berisi tentang kemampuan minimal yang harus kamu kuasai dan kembangkan setelah mempelajari materi suatu bab tertentu. Tujuan pembelajaran merupakan tujuan utama dalam mempelajari suatu materi.

Tujuan Pembelajaran

Kamu dapat mendeskripsikan sistem gerak pada manusia dan hubungannya dengan kesehatan.

Kata Kunci

Siapkan kamus untuk mencari kata-kata yang mungkin tidak kamu pahami dalam Kata Kunci. Kata Kunci merupakan kata-kata penting yang harus kamu pahami untuk memudahkan pemahaman materi.

Kata Kunci

- Skeleton
- Ligamen
- Rangka tubuh
- Otot polos
- Otot rangka
- Osteoporosis
- Persendian
- Otot jantung

Prolog

Sebelum memasuki pembahasan materi, disajikan prolog. Prolog merupakan pengantar sebelum memasuki materi. Prolog bertujuan membangkitkan rasa ingin tahu, keterkaitan konsep, aplikasi, dan materi yang akan kamu pelajari.

Materi

Bacalah materi dengan saksama, dan jangan terburu-buru. Materi dalam buku ini diuraikan secara ringkas agar siswa ikut berpikir kreatif dan mampu memahami materi dengan benar.

A. Sistem Rangka

1. Struktur dan Fungsi Rangka

Rangka dalam Bahasa Inggris disebut *skeleton*. Kata skeleton diambil dari Bahasa Latin yang berarti bagian tubuh yang kering. Rangka tersusun atas sejumlah tulang. Tulang-tulang menyusun rangka dan menjadi satu kesatuan yang mempunyai fungsi yang sangat penting bagi tubuh. Fungsi rangka tersebut antara lain yaitu menegakkan dan memberi bentuk tubuh, tempat melekatnya otot, dan pelindung organ-organ vital bagian dalam seperti otak, jantung dan paru-paru.

Contoh Soal

Contoh soal diselesaikan secara terperinci, langkah demi langkah, dan diberikan dengan gradasi dari yang mudah ke yang sulit. Contoh diberikan agar kamu mempunyai kemampuan analisa matematika dan dapat mefokuskan perhatian pada konsep yang sedang dipelajari. Kerjakanlah kembali contoh soal yang ada dalam buku tanpa melihat buku.

Kegiatan

Kegiatan mengembangkan aspek psikomotorik dan kreatifitas Kamu. Kegiatan pada buku ini juga merupakan aktivitas yang kamu lakukan baik secara kelompok maupun mandiri untuk lebih memahami materi. Kegiatan dapat dilakukan di kelas, laboratorium, atau dirumah. Kerjakan selalu kegiatan-kegiatan yang diminta meski guru tidak menyuruh.

Kegiatan 3.1

Zat-zat Penyusun Tulang

A. Tujuan

Kamu dapat mengetahui zat-zat penyusun tulang.

B. Alat dan Bahan

Gelas kimia 4 buah, pinset, batu kapur atau batu pualam, tulang hewan yang bersih dan kering, HCL 15 % dan air.

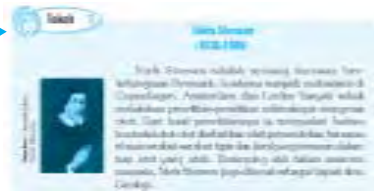
C. Langkah Kerja

1. Siapkan 4 buah gelas kimia yang bersih dan berilah label A, B, C, D!

Ilmuwan Kecil

Untuk mengasah semua kreatifitasmu, disediakan kolom Ilmuwan Kecil. Kolom ini mengajakmu menulis tentang sesuatu, mengumpulkan informasi, membuat alat-alat percobaan sederhana, membuat alat-alat yang berdayaguna, dan mendidikmu untuk mandiri dengan memakai atau memanfaatkan hasil karyamu.

Tokoh

Ilmu IPA merupakan ilmu yang sangat menghargai hasil karya seseorang. Tokoh yang disajikan pada buku ini berkaitan erat dengan materi yang sedang dipelajari. Apresiasi terhadap tokoh akan mendorong Kamu belajar lebih giat dan keras, memotivasi kamu untuk berkarya, dan mengetahui bahwa hasil maksimal selalu didahului kerja maksimal.

Soal Kompetensi

Soal Kompetensi wajib kamu kerjakan. Jika ada kesulitan atau tidak dapat mengerjakannya, maka kamu harus mengulang mempelajari materi pada bab tersebut. Soal ini dapat memperluas wawasanmu dari materi yang dipelajari.

1. Apakah yang disebut dengan kelainan tulang?
2. Sebutkan kelainan-kelainan tulang akibat sikap duduk yang salah!

InTips

Untuk memperkaya cakrawala pengetahuanmu, disediakan kolom InTips. Kolom ini dapat berupa temuan termasa dibidang teknologi atau fenomena-fenomena alam yang berkaitan dengan konsep IPA yang sedang dipelajari.

Perlu Diperhatikan

Untuk memudahkan dalam mempelajari kembali materi pada bab tertentu, disediakan kolom Perlu Diperhatikan. Perlu Diperhatikan berisi ringkasan dari uraian materi pada setiap bab. Kamu dapat menambahkan point-point pada kolom Perlu Diperhatikan jika dirasa perlu.

Peta Konsep

Peta Konsep menjelaskan alur pemikiran sistematis tentang materi pembelajaran pada masing-masing bab. Pada bab tertentu kamu juga diminta untuk dapat membuat Peta Konsep versimu. Pada bab yang sudah ada peta konsepnya, kamu masih diperbolehkan untuk mengembangkannya.

Pelatihan

Pelatihan wajib kamu kerjakan tiap selesai mempelajari suatu bab tertentu. Jangan beranjak ke bab selanjutnya jika masih merasa kesulitan mengerjakan soal-soal pada pelatihan. Pelatihan diberikan tiap akhir bab, beberapa bab, dan di akhir buku. Pelatihan bertujuan mengevaluasi sejauh mana kamu memahami materi yang telah dipelajari. Soal-soal pada pelatihan dibuat gradasi dari yang mudah ke yang sulit.

Glosarium

Pada akhir buku disediakan Glosarium. Untuk mengetahui arti beberapa istilah penting atau sulit kamu bisa menengok kolom ini. Kolom ini juga berfungsi sebagai pengingat suatu istilah penting pada buku untuk dikenal dan dipahami. Glosarium disajikan menurut abjad untuk memudahkan pencarian. Inventarisasi pada glosarium bisa kamu tambah jika masih banyak kata sulit yang belum dipahami.

Indeks

Untuk memudahkan dalam mencari kata atau nama tertentu, disediakan Indeks. Indeks disusun menurut abjad untuk memudahkan pencarian.

DAFTAR ISI

KATA SAMBUTAN iii
KATA PENGANTAR v
PETUNJUK PENGGUNAAN BUKU vi
Bab I PERTUMBUHAN DAN PERKEMBANGAN 1
Bab II TAHAPAN PERKEMBANGAN MANUSIA 19
Bab III SISTEM GERAK PADA MANUSIA 35
Bab IV SISTEM PENCERNAAN PADA MANUSIA 55
Bab V SISTEM PERNAPASAN PADA MANUSIA 73
Bab VI SISTEM PEREDARAN DARAH PADA MANUSIA 87
Bab VII STRUKTUR DAN FUNGSI TUBUH TUMBUHAN 99
Bab VIII FOTOSINTESIS 111
Bab IX GERAK PADA TUMBUHAN 123
Bab X PARTIKEL MATERI 133
Bab XI BAHAN KIMIA INDUSTRI 147
Bab XII MOLEKUL UNSUR DAN MOLEKUL SENYAWA 163
Bab XIII BAHAN KIMIA DALAM RUMAH TANGGA 175
Bab XIV BAHAN KIMIA DALAM BAHAN MAKANAN 187
Bab XV ZAT ADIKTIF DAN PSIKOTROPIKA 201
PELATIHAN ULANGAN SEMESTER GANJIL 217
Bab XVI GAYA DAN PERCEPATAN 223
Bab XVII HUKUM-HUKUM NEWTON 237
Bab XVIII ENERGI DAN USAHA 245
Bab XIX PESAWAT SEDERHANA 257
Bab XX TEKANAN 269
Bab XXI GETARAN DAN GELOMBANG 285
Bab XXII BUNYI 295
Bab XXIII CAHAYA 309
Bab XXIV ALAT OPTIK 327
PELATIHAN ULANGAN SEMESTER GENAP 343
DAFTAR PUSTAKA 347
KUNCI JAWABAN 349
GLOSARIUM 351
INDEKS 353

Bab I PERTUMBUHAN DAN PERKEMBANGAN

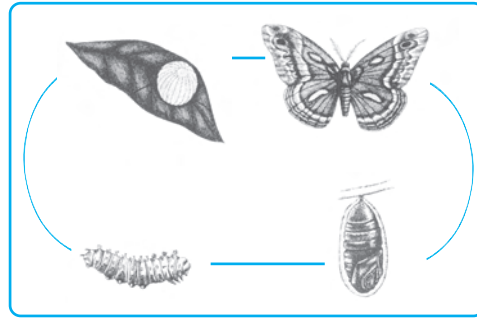
Tujuan Pembelajaran

Kamu dapat menganalisis pentingnya pertumbuhan dan perkembangan pada makhluk hidup.

Peta Konsep

Kata Kunci

- Auksin
- Giberelin
- Etiolasi
- Kotiledon
- Protalium
- Metamorfosis
- Gigantisme
- Juvenil
- Sporongium
- Hiperplasia
- Singami
- Titik Tumbuh

Darimanakah asal kupu-kupu? Kemanakah arah panah pada gambar di samping? Fase perkembangan apakah yang harus di lalui sebelum menjadi kupu-kupu? Apakah semua makhluk hidup mengalami fase perkembangan yang sama?

Gambar 1.1 Fase-fase perkembangan kupu-kupu

Perubahan dari telur menjadi kupu-kupu pada ilustrasi di samping merupakan contoh bahwa organisme secara bertahap mengalami perubahan dalam hidupnya. Proses inilah yang merubah dari semula yang berukuran kecil menjadi besar melalui serangkaian tahapan perkembangan dan akhirnya menjadi individu yang sempurna.

Bagaimana embrio dapat tumbuh dan berkembang menjadi individu sempurna? Embrio memperoleh zat-zat yang diperlukan untuk tumbuh dan berkembang di dalam telur. Setelah menetas, makanan diperoleh dari tempat hidupnya. Makanan menyediakan bahan untuk tumbuhnya sel sehingga tidak saja ukuran selnya yang bertambah besar, akan tetapi jumlah sel penyusunnya juga makin banyak.

Pada bab ini kamu akan mempelajari tentang proses pertumbuhan dan perkembangan, baik pada tumbuhan maupun hewan serta faktor-faktor yang mempengaruhinya.

A. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan dan Perkembangan

Organisme yang sedang tumbuh, ukurannya akan bertambah. Bertambahnya ukuran suatu organisme yang tidak dapat kembali ke ukuran semula itulah yang disebut *pertumbuhan*. Sedangkan tahapan perubahan selama masa pertumbuhan disebut *perkembangan*. Petumbuhan tidak berjalan terus. Ada tahapan di mana makhluk hidup mengalami penuaan. Dalam penuaan, proses-proses kehidupan mejadi kurang efisien sampai akhirnya berhenti sama sekali. Sebagaimana tumbuh dan berkembang, mati juga merupakan ciri makhluk hidup.

Organisme bersel satu tidak mengalami pertumbuhan yang panjang. *Amoeba* misalnya, hanya ukuran selnya yang bertambah besar, namun jumlah sel penyusunnya tidak bertambah banyak. Sekalipun untuk menjadi organisme dewasa jumlah sel penyusun tubuhnya tidak bertambah, akan tetapi anakan organisme itu harus tumbuh hingga mencapai ukuran induknya sebelum dapat membelah diri.

Pertumbuhan dan perkembangan organisme dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu faktor dalam (*faktor internal*) dan faktor luar (*faktor eksternal*).

1. Faktor Internal

Faktor internal adalah faktor yang timbul dari dalam tubuh yang mempengaruhi proses dan mekanisme pertumbuhan suatu organisme. Faktor internal terdiri dari dua faktor, yaitu faktor intrasel dan faktor intersel.

a. Faktor Intrasel atau Faktor Turunan (Hereditas)

Faktor *intrasel* atau turunan memegang peranan penting dalam setiap fase perkembangan, terutama pada masa-masa awal pertumbuhan. Setiap jenis makhluk hidup mempunyai sifat-sifat khusus yang membedakan dari makhluk hidup yang lain. Sifat-sifat makhluk hidup telah ditentukan oleh Sang Maha Pencipta dan dibawakan oleh substansi pembawa sifat yang disebut gen atau *gene*.

Gen terdapat di dalam *kromosom*. Suatu gen membawa sifat tertentu. Susunan gen di dalam kromosom menentukan sifat-sifat suatu organisme. Jumlah kromosom di dalam inti sel menentukan ciri jenis suatu organisme.

Salah satu sifat khusus gen adalah kemampuan menggandakan diri sesuai dengan dirinya. Dalam pembelahan sel terjadi penggandaan kromosom beserta susunan gennya sehingga terbentuk sel anakan dengan susunan gen yang sama persis seperti induknya. Oleh karena itulah setiap organisme mempunyai ciri-ciri jenisnya sendiri. Ciri-ciri itu akan diwariskan kepada keturunannya dalam perkembangbiakan.

b. Faktor Intersel (Hormon)

Faktor lain yang mempengaruhi pertumbuhan adalah hormon pertumbuhan. Hormon pertumbuhan memacu dan mengendalikan pertumbuhan tubuh secara normal. Seorang anak tidak akan pernah mencapai pertumbuhan sempurna jika kekurangan hormon pertumbuhan. Kekurangan hormon pertumbuhan akan menyebabkan pertumbuhan terhambat dan menjadi kerdil, sedangkan jika kelebihan menyebabkan tumbuh berkembang menjadi raksaksa.

1) Hormon Pertumbuhan pada Tumbuhan

Hormon pada tumbuhan berkaitan dengan pertumbuhan dan perkembangan. Setiap hormon berpengaruh terhadap bagian tubuh yang berbeda. Hormon yang hampir terdapat pada semua tumbuhan adalah auksin dan giberelin. Hormon ini penting dalam pembelahan sel, pertumbuhan kecambah, dan pemanjangan batang. Di samping itu, juga terdapat hormon lain, meskipun tidak semua tumbuhan memilikinya, antara lain hormon *sitokinin*, *etilen*, dan *asam absisat*.

2) Hormon Pertumbuhan pada Hewan

Hormon pertumbuhan pada hewan berfungsi merangsang dan mengendalikan pertumbuhan hewan secara normal. Seekor hewan atau seorang anak mungkin tidak akan mencapai pertumbuhan normal jika terjadi kekurangan hormon pertumbuhan. Beberapa hormon pertumbuhan pada hewan vertebrata antara lain *teroksin* dan *somatomedin.* Pada hewan invertebrata, hormon yang mempengaruhi metamorfosis dari fase larva ke fase dewasa antara lain *ekdison* dan *juvenile*.

2. Faktor Eksternal

Faktor *eksternal* adalah faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan, terutama yang berkaitan dengan zat-zat makanan. Makanan merupakan hal vital bagi makhluk hidup, baik sebagai sumber energi maupun bahan untuk tumbuh dan berkembang.

Pada hewan, protein sangat diperlukan untuk pertumbuhan sel dan pembentukan sel-sel baru. Jika kekurangan protein, maka gejala umum pada anak yang sedang tumbuh antara lain terganggunya pertumbuhan. Pada tumbuhan, air menyebabkan tekanan turgor yang mendorong sel untuk tumbuh dan membelah. Lingkungan memungkinkan suatu organisme tumbuh dan berkembang secara optimum.

Pada tumbuhan, beberapa faktor eksternal berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan. Faktor-faktor tersebut, antara lain cahaya, air, suhu, dan tanah.

a. Cahaya Matahari

Cahaya matahari merupakan sumber energi utama bagi kehidupan di bumi. Matahari mempengaruhi proses fotosintesis. Fotosintesis tidak dapat berlangsung jika tidak terdapat cukup cahaya. Matahari berpengaruh langsung terhadap ketersediaan makanan bagi tumbuhan. Jika makanan berkurang, maka pembelahan sel akan terhambat, akibatnya pertumbuhan akan terganggu.

b. Air

Air sangat diperlukan oleh tumbuhan. Di samping sebagai faktor utama untuk fortosintesis, air juga berperan dalam pembelahan sel. Tidak seperti sel hewan yang tergantung pada pembentukan protein, sel-sel tumbuhan membelah terutama karena air. Ketersediaan air dalam jumlah yang cukup akan mengisi rongga vakuola sehingga dinding sel mengembang dan mendorong sel untuk membelah. Jika air tersedia dalam jumlah yang kurang, dan transpirasi berlangsung intensif, maka proses fotosintesis akan terganggu, pembelahan sel akan terhambat, sehingga tumbuhan tumbuh kerdil, meranggas, dan kemudian mati.

c. Tanah

Tanah berkaitan dengan tersedianya unsur-unsur yang diperlukan tumbuhan. Suatu tumbuhan akan tumbuh subur jika unsur-unsur yang diperlukan tersedia dalam jumlah yang cukup. Sebaliknya, jika unsur-unsur itu tidak terdapat dalam jumlah yang cukup, maka pertumbuhan akan terhambat.

Sebagian besar unsur hara diserap dari tanah bersama-sama dengan penyerapan air. Beberapa gejala kekurangan unsur mineral antara lain dijelaskan sebagai berikut. Kekurangan nitrogen menyebabkan terhambatnya pembentukan klorofil dan giatnya pembentukan antosianin, sehingga daun berwarna kuning dan kemudian rontok. Kekurangan kalium menyebabkan terhambatnya pertumbuhan dan batang menjadi kurang kuat sehingga mudah patah. Kekurangan

kalsium menyebabkan pengambilan magnesium secara berlebih-lebihan sehingga timbul gejala-gejala keracunan. Kekurangan magnesium menyebabkan klorosis, daun menjadi kuning, dan akibatnya fotosintesis terganggu.

d. Suhu

Suhu mempengaruhi kemampuan tumbuhan untuk melakukan fotosintesis, transpirasi, dan respirasi atau pernapasan.

Pada daerah dengan empat musim, musim salju kadang-kadang tidak memungkinkan tumbuhan melangsungkan kehidupannya. Beberapa tumbuhan menghentikan aktivitasnya sebagian atau keseluruhan sampai lingkungan memungkinkan. Keadaan demikian sering disebut dengan *dormansi*.

Hal yang sama juga terjadi pada biji. Selama biji belum mendapatkan tempat yang sesuai, maka dia tetap tidak aktif. Jika mendapatkan lingkungan yang memadai, maka aktivitas perkembangan embrio akan dimulai dan biji mulai berkecambah.

Soal Kompetensi

1. Jelaskan perbedaan pengertian antara pertumbuhan dan perkembangan?
2. Faktor-faktor apakah yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan?
3. Jelaskan bahwa lingkungan berpengaruh penting terhadap pertumbuhan dan perkembangan!

Tokoh

Humphry Davy (1778-1829)

Humphry Davy adalah seorang ilmuwan yang dilahirkan di Corlwall, Inggris. Pada tahun 1799, Davy menjadi asisten di sebuah laboratorium dan mengembangkan gas-gas baru yang digunakan untuk menghilangkan rasa sakit. Ia berhasil menemukan unsur baru, yaitu kalium dengan cara memisahkan logam dari senyawanya. Seminggu kemudian ia menemukan natrium, barium, strontium, kalsium, dan magnesium. Pada tahun 1812, Davy dinobatkan menjadi pahlawan dan setahun kemudian ia memilih Michael Faraday sebagai asisten di laboratoriumnya.

Sumber: Encarta Encyclopedia, 2006.

B. Proses Pertumbuhan dan Perkembangan

1. Pertumbuhan dan Perkembangan pada Tumbuhan

Pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan dimulai sejak terbentuknya zigot di dalam bakal buah. Pertumbuhan pada tumbuhan diawali dengan pembentukan zigot dalam bakal buah dan perkembangan embrio di dalam biji. Jika lingkungan menguntungkan, maka embrio di dalam biji akan tumbuh dan membentuk jaringan yang berbeda. Jaringan berkembang ke arah pembentukan alat-alat tubuh atau organ tumbuhan, misalnya akar, batang, dan daun. Organ-organ itu mempunyai susunan dan bentuk yang berbeda sesuai dengan fungsi masing-masing. Berbagai organ itu bekerja sama mendukung kehidupan organisme agar tetap hidup dan berkembang biak, terbentuk bunga, buah, dan biji.

a. Fase Perkembangan Embrio

Fase perkembangan embrio dimulai dari pembelahan inti sel menjadi dua, yaitu sel basal yang membentuk badan pendukung embrio dan sel terminal yang terus membelah membentuk tiga lapisan. Lapisan luar membentuk epidermis, bagian kutub atas menghasilkan meristem pucuk batang, sedangkan bagian kutub bawah menghasilkan meristem ujung akar.

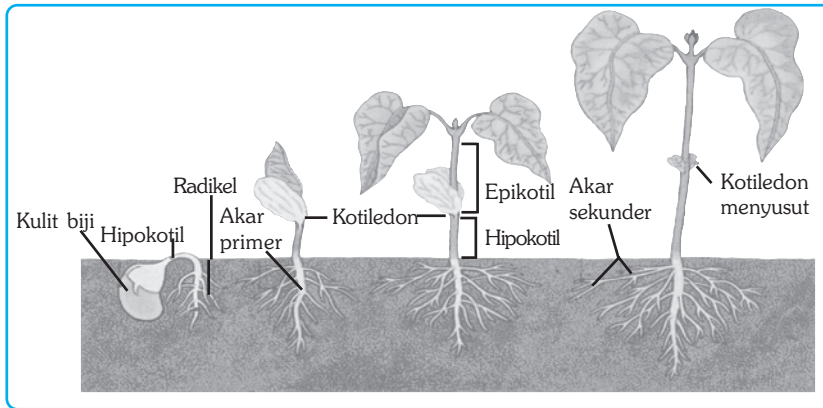
b. Pertumbuhan Primer

Daun yang pertama kali muncul disebut *kotiledon*. Kotiledon berfungsi memasok makanan sementara untuk pertumbuhan pertama pembentukan organ-organ, sampai terbentuk daun. Jaringan meristem pucuk terletak pada bagian tengah pucuk batang di atas kotiledon yang disebut *epikotil*. Pertumbuhan meristem pucuk batang menghasilkan sel-sel yang membentuk jaringan dasar, jaringan pengangkut, dan jaringan epidermis, selanjutnya akan menyusun batang, daun, bunga, dan buah.

Bagian di bawah kotiledon disebut *hipokotil*. Akar embrionik pada bagian ujung bawah hipokotil disebut *radikel* atau bakal akar. Pertumbuhan di ujung akar (meristem akar) menghasilkan sel-sel yang membentuk jaringan dasar, jaringan pengangkut, dan jaringan epidermis yang selanjutnya membentuk akar.

c. Pertumbuhan Sekunder

Pertumbuhan sekunder adalah pertumbuhan melebar akibat sel-sel yang membelah pada meristem lateral atau kambium. Pembelahan kambium ke arah dalam menghasilkan xilem dan pembelahan ke arah luar menghasilkan floem. Pembelahan sel-sel kambium menyebabkan tumbuhan membesar. Tumbuhan terus meninggi dan membesar sesuai dengan kemampuan akar menyerap air dan zat-zat mineral dari tanah dan kemampuan menghasilkan makanan di daun.

Beberapa tumbuhan terus tumbuh meninggi dan membesar, misalnya pada tumbuhan menahun. Beberapa tumbuhan yang lain pertumbuhan terhenti pada masa tertentu. Sekalipun demikian, tumbuhan tetap memproduksi makanan dan menyerap zat-zat yag dibutuhkan untuk memperbaiki sel-sel yang rusak dan untuk perkembangbiakan. Perhatikan pertumbuhan pada tanaman berikut ini!

Gambar 1.2 Perkembangan pada tumbuhan

d. Fase Perkembangbiakan

Ketika organisme telah mencapai masa dewasa, maka fase selanjutnya adalah berkembang biak. Fase perkembangbiakan ditandai dengan terbentuknya alat-alat perkembangbiakan. Pada tumbuhan berbiji, pembentukan alat-alat kelamin tumbuhan terjadi pada bunga.

Pada tumbuhan tidak berbiji, termasuk lumut dan paku, perkembangbiakan berlangsung dengan pembentukan gamet maupun dengan pembentukan spora. Perkembangbiakan dengan gamet maupun spora dapat berlangsung secara bergiliran dalam satu siklus hidup atau disebut pergiliran keturunan atau *metagenesis*. Tentang metagenesis akan dijelaskan lebih lanjut pada sub bab setelah ini.

2. Pertumbuhan dan Perkembangan pada Hewan

a. Pertumbuhan pada Hewan

Pertumbuhan pada hewan juga berarti ukuran sel penyusun organ bertambah besar. Sebagai contoh, misalnya hati. Ukuran dan berat hatimu ketika kamu lahir kurang lebih hanya 10 % bila dibanding dengan ukuran dan berat hatimu sekarang, akan tetapi jumlah sel hati ketika kamu lahir dan jumlah sel hatimu saat ini tidak berubah. Dengan demikian, hati tumbuh bukan karena jumlah selnya yang bertambah, melainkan karena ukuran selnya bertambah besar.

Bagaimana satu sel dapat menjadi sedemikian luar biasa banyaknya dengan susunan dan fungsi yang sedemikian beraneka ragam? Jawabannya tentulah bukan karena terjadi secara kebetulan. Sekali lagi kita harus mengagumi Tuhan Yang Maha Pencipta, yang merencanakan semua makhluk sesuai dengan ketentuan dan menentukan bentuk dan susunan setiap makhluk sesuai kehendak-Nya.

Pertambahan jumlah sel selama masa pertumbuhan tidaklah terjadi secara acak, akan tetapi memerlukan pengaturan yang ketat agar dapat tumbuh sesuai dengan ketentuan. Pengaturan itu terjadi pada dua tingkat, pertama pengaturan pertumbuhan pada tingkat tubuh secara keseluruhan, dan kedua pengaturan pada tingkat bagian-bagian tubuh.

Pola pertumbuhan berbagai makhluk hidup berbeda antara satu jenis dengan jenis lainnya. Perbedaan itu dapat diukur dari waktu interval antara berbagai tahapan perkembangan.

Pada hewan yang melalui fase larva, perkembangan cepat terjadi pada masa embrio, sebaliknya pada organisme yang tidak melalui fase larva, perkembangan cepat terjadi setelah lahir sampai menjelang usia dewasa, kemudian menurun dan berhenti ketika telah dewasa.

b. Perkembangan pada Hewan

Pada hewan yang berkembang biak secara seksual, umumnya melalui tahapan atau fase perkembangan, sebagai berikut.

Zigot → Embrio → Larva → Masa Muda → Masa Dewasa → Fertilisasi → Zigot

1) Zigot

Zigot adalah hasil peleburan antara gamet jantan dan gamet betina. Dalam pembentukan zigot, dua inti sel gamet haploid melebur menjadi satu inti sel diploid. Peristiwa peleburan inti sel gamet itu disebut *singami*. Tahap ini merupakan awal dari perkembangan zigot menjadi embrio.

2) Embrio

Tahap perkembangan embrio diawali ketika zigot mulai membelah diri. Pada tahap awal, zigot akan membelah dengan cepat secara geometrik menjadi 2, 4, 8, 16, 32, dan seterusnya. Pembelahan awal ini meningkatkan jumlah sel secara cepat. Tahapan perkembangan embrio selanjutnya melalui fase-fase pertumbuhan hingga mencapai bentuknya yang siap untuk menjalani kehidupan.

3) Larva

Tidak semua organisme mengalami fase larva dalam hidupnya. Larva adalah organisme kecil yang hidup mandiri yang sangat aktif dan bentuknya berbeda dari bentuknya ketika dewasa. Kecebong merupakan bentuk larva dari katak, dan ulat merupakan larva dari kupu-kupu. Hampir semua hewan invertebrata yang hidup di laut mengalami fase larva, demikian pula serangga dan hewan berbuku-buku lainnya.

4) Masa Muda

Masa muda merupakan masa persiapan menjadi individu dewasa. Jika kamu pernah memelihara anakan kucing atau kelinci misalnya, maka pertumbuhan setelah masa embrio (*lahir*) berlangsung sangat cepat. Ukuran dan berat tubuh menjadi berlipat-lipat sebelum mencapai dewasa. Demikian pula berat tubuhmu sekarang. Berapa kali lipat bila dibanding dengan berat badanmu ketika lahir? Pertambahan berat tubuh terutama disebabkan oleh dua hal, yaitu jumlah sel yang bertambah karena membelah secara terus menerus dan ukuran sel yang juga bertambah besar.

Masa muda juga merupakan masa pematangan baik secara fisik, intelektual, dan juga emosional. Pada masa muda kelenjar yang menghasilkan hormon pertumbuhan sangat aktif, sehingga pertumbuhan fisik berlangsung cepat.

Sementara itu, kelenjar hormon kelamin belum aktif, sehingga kegiatan yang berkaitan dengan fungsi perkembangbiakan belum dilakukan. Ketika hormon kelamin telah mulai aktif bekerja, hormon pertumbuhan akan menurun, baik produksi maupun fungsinya. Intensitas pertumbuhan menurun, kemudian terhenti. Mulailah memasuki fase dewasa

5) Masa Dewasa

Sebagian organ tubuh berhenti berkembang setelah mencapai ukuran dewasa, dan perkembangan berlanjut dalam pengertian mengganti jaringan yang rusak atau mati. Pergantian sel itu biasanya melibatkan sel-sel induk, yaitu sel-sel generatif yang masih memiliki kemampuan membelah di seluruh tubuh, misalnya di kulit, sumsum tulang, usus, dan alat kelamin. Jika sel induk membelah, maka satu sel anakan akan berdeferensiasi menjadi sel khusus, misalnya sel-sel darah merah di sumsum tulang atau gemet dalam alat kelamin, sedang sel satunya menjadi sel induk.

Oleh karena itu, setelah dewasa ukuran tubuh tidak lagi dapat bertambah, sekalipun berat tubuh mungkin akan tetap bertambah seiring dengan bertambahnya usia. Masa dewasa juga ditandai dengan telah aktifnya alat-alat kelamin dan kesiapan untuk kawin dan berkembang biak.

Soal Kompetensi

1. Apakah yang dimaksud dengan pertumbuhan primer dan pertumbuhan sekunder pada tumbuhan?
2. Bagaimana tahap-tahap perkembangan pada hewan?
3. Mengapa semut tidak dapat tumbuh dan berkembang sehingga mencapai seukuran gajah?

Kegiatan

Pertumbuhan dan Perkembangan

A. Tujuan

Kamu dapat memahami perbedaan antara pertumbuhan dan perkembangan.

B. Alat dan Bahan

Buku dan alat tulis

C. Langkah Kerja

1. Salinlah tabel berikut di buku tugasmu!
2. Perhatikan data perubahan-perubahan yang terjadi pada makhluk hidup berikut, kemudian berilah tanda (v) pada kolom yang sesuai, termasuk ke dalam pertumbuhan atau perkembangan!

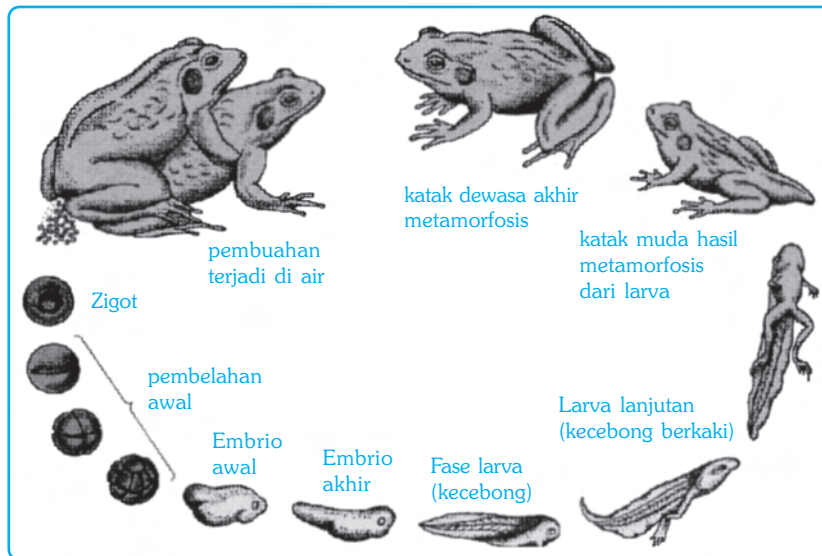
No	Deskripsi Perubahan	Pertumbuhan	Perkembangan
1.	Telur menetas menjadi ayam		
2.	Tanaman mangga mulai berbuah		
3.	Berat badan bertambah 5 kg		
4.	Biji kacang hijau menjadi kecambah		
5.	Kupu-kupu keluar dari kepompong		
6.	Tinggi badan bertambah 3 cm		
7.	Anak-anak menjadi remaja		
8.	Bayi mulai merangkak		
9.	Burung mulai bertelur		
10.	Remaja mengalami pubertas		

3. Berdasarkan data di atas, simpulkan perbedaan antara pertumbuhan dan perkembangan!

C. Metamorfosis dan Metagenesis

1. Metamorfosis

Apakah yang dimaksud metamorfosis? Jenis-jenis hewan apakah yang mengalami metamorfosis? Hewan yang pada masa perkembangannya melalui fase larva umumnya mengalami metamorfosis.

Metamorfosis secara umum dibedakan menjadi dua, yaitu metamorfosis sempurna dan metamorfosis tidak sempurna (bertingkat). Metamorfosis sempurna adalah tahapan perkembangan organisme yang melewati tahap-tahap perubahan bentuk yang jelas dari telur, larva, pupa hingga tahap dewasa. Contoh hewan yang mengalami metamorfosis sempurna adalah kupu-kupu dan katak

Gambar 1.3 Metamorfosis sempurna pada katak

Keterangan:

1) Satu minggu setelah pembuahan, telur menetas menjadi berudu yang hidup di air dan bernapas dengan insang luar seperti ikan.
2) Satu minggu setelah menetas, insang luar berubah menjadi insang dalam dengan katup insang. Insang katak mengalami perubahan dari insang dalam menjadi gelembung paru-paru di dalam katup insang.
3) Satu bulan setelah menetas, tungkai belakang mulai tumbuh sehingga menjadi berudu berkaki. Gelembung paru mulai berfungsi menggantikan fungsi insang. Katak mulai beradaptasi dengan kehidupan di darat dengan sering muncul ke permukaan.
4) Dua bulan kemudian, tungkai depan telah terbentuk, fungsi paru-paru mendekati sempurna dan insang dalam menghilang bersamaan dengan hilangnya katup insang. Berudu berkaki sekarang telah berubah menjadi katak berekor yang mulai beradaptasi dengan kehidupan di darat.
5) Tiga bulan kemudian sejak terjadinya pembuahan, berudu berkaki telah menjadi katak muda seperti katak umumnya yang telah sepenuhnya menyesuaikan dengan kehidupan di darat. Meskipun demikian, katak masih dapat hidup di air dengan kelengkapan tubuh yang dimilikinya.

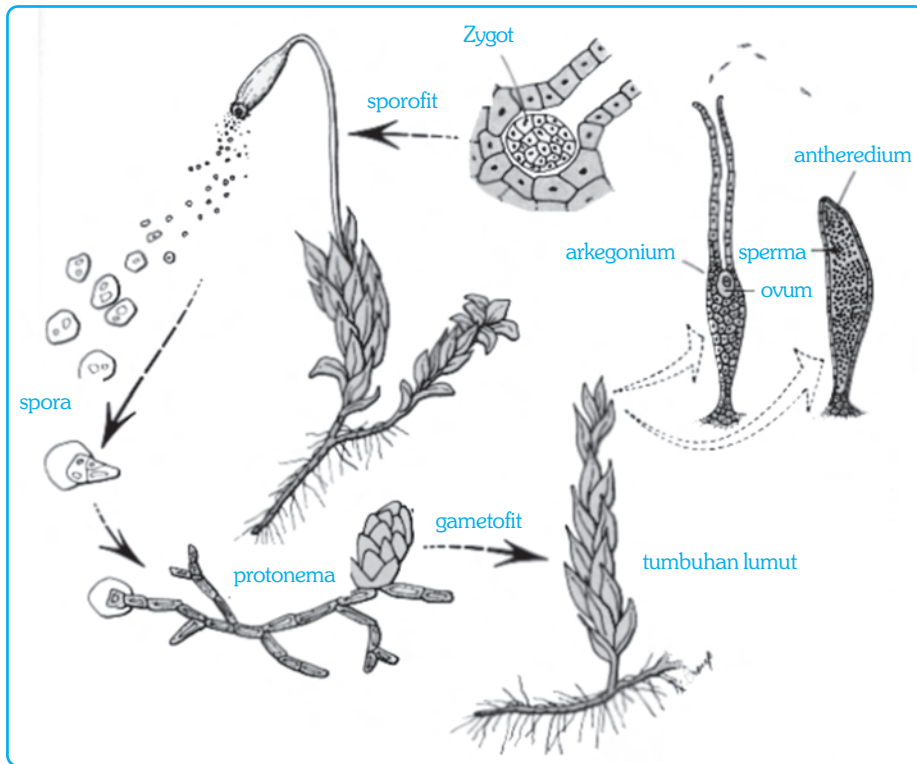
Metamorfosis tidak sempurna terjadi pada hewan, misalnya belalang dan kecoa. Pada metamorfosis tidak sempurna, fase larva ke fase dewasa tidak mengalami perubahan bentuk yang berbeda, akan tetapi mengalami pembesaran dan pergantian kulit.

2. Metagenesis

Pada tumbuhan tidak berbiji termasuk lumut dan paku, perkembangbiakan berlangsung dengan pembentukan gamet maupun dengan pembentukan spora. Perkembangbiakan dengan gamet maupun spora dapat berlangsung secara bergiliran dalam satu siklus hidup atau disebut pergiliran keturunan *gametofit* dan *sporofit*. Pergiliran keturunan antara fase gamtofit dan sporofit disebut *metagenesis*.

Gametofit adalah fase tumbuhan menghasilkan gamet. Gamet di bentuk di dalam badan khusus, yaitu *antheredium* dan *arkegonium*. Antheridium menghasilkan sel sperma kecil yang berflagella sedangkan arkegonium menghasilkan sel telur. Pertemuan antara gamet jantan dan gamet betina akan menghasilkan *zigot*. Zigot akan tumbuh menjadi tumbuhan sporofit.

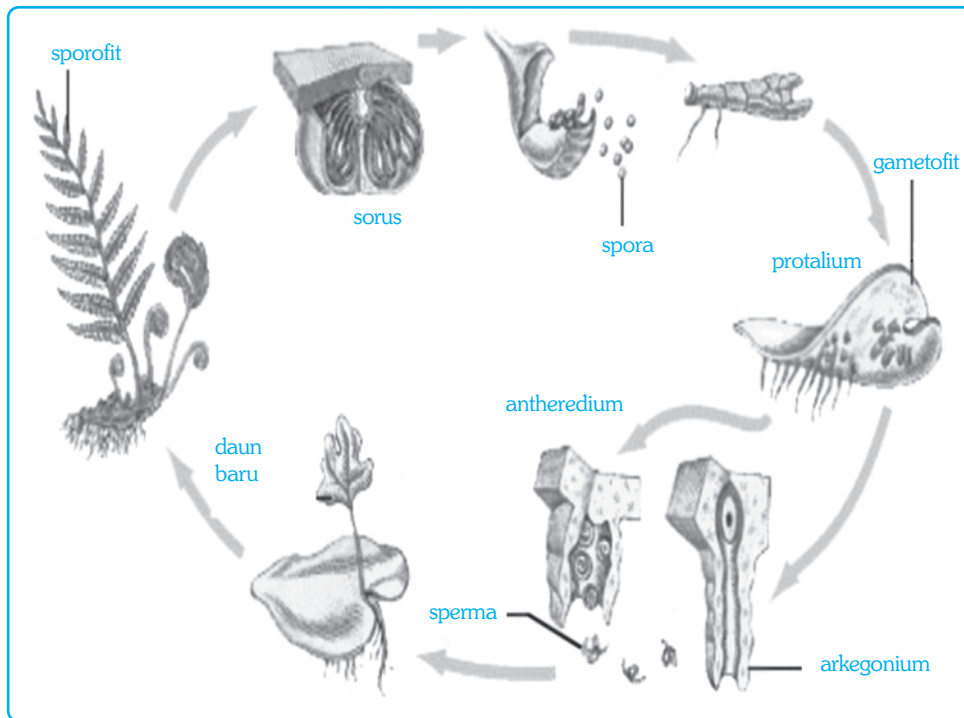
Sporofit adalah fase tumbuhan menghasilkan spora. Pada lumut, sporofit masih melekat pada gametofit yang terdiri dari dasar dan tangkai menjulur yang ujungnya menggembung menyerupai vase yang disebut kapsul. Di dalam kapsul terdapat spora haploid hasil pembelahan secara meiosis. Jika kapsul pecah, maka spora akan keluar terbawa angin atau air. Jika spora jatuh di tempat yang sesuai, maka akan tumbuh menjadi bangun seperti benang halus berwarna hijau yang disebut *protonema*. Pada protonema tumbuh *rhizoid* (seperti akar) ke bawah dan menyerupai batang ke atas.

Perhatikan siklus hidup lumut di bawah ini!

Gambar 1.4 Metagenesis pada lumut

Tumbuhan paku juga mengalami metagenesis. Perbedaanya dengan lumut, pada tumbuhan lumut, yang tampak dan disebut sebagai lumut adalah gametofit, sedangkan pada tumbuhan paku yang disebut paku adalah sporofit.

Pada tumbuhan paku, spora dibentuk di bagian bawah daun. Spora dihasilkan di dalam bangun kecil yang disebut *sporangium*. Sejumlah sporangia terdapat di dalam badan yang disebut sori (satu: sorus). Jika spora telah masak, sporangium akan pecah, spora berhamburan keluar di bawa angin. Jika jatuh di tempat yang sesuai, maka akan tumbuh menjadi tumbuhan gametofit yang haploid.

Spora berkecambah dan tumbuh rhizoid (semacam akar), bagian atas tumbuh bangun tipis mendatar berwarna hijau yang disebut *protalium*. Di bagian bawah protalium terdapat badan penghasil gamet, yaitu *antheredium* dan *arkegonium*. Antheredium menghasilkan gamet jantan atau sperma dan arkegonium menghasilkan gamet betina atau sel telur. Jika antheredia sudah masak, maka sperma akan keluar menuju ke arkegonium dalam media air agar terjadi pembuahan. Hasil pembuahan berupa zigot, yang akan segera tumbuh mejadi sporofit baru.

Perhatikan siklus hidup tumbuhan paku di bawah ini!

Gambar 1.5 Metagenesis pada tumbuhan paku

Soal Kompetensi

1. Apakah perbedaan antara metamorfosis dan metagenesis?
2. Hewan apa sajakah yang mengalami metamorfosis?

Ilmuwan Kecil

Tanamlah tanaman kacang hijau dalam sebuah pot, kemudian siramilah setiap hari dan amatilah pertumbuhan serta perkembangannya mulai dari biji hingga dewasa kira-kira selama 15 hari. Lakukanlah studi kepustakaan untuk membandingkan hasil pengamatanmu dengan literatur yang ada kemudian laporkan secara tertulis hasilnya kepada gurumu!

Rangkuman

1. Pertumbuhan adalah bertambahnya ukuran organisme yang tidak dapat kembali ke ukuran semula.
2. Perkembangan adalah tahapan perubahan selama masa pertumbuhan.
3. Pertumbuhan dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu faktor internal dan eksternal.
4. Pertumbuhan pada hewan tidak jauh berbeda dengan pertumbuhan pada tumbuhan.
5. Metamorfosis adalah perubahan bentuk dari larva menjadi dewasa.
6. Metagenesis adalah pergiliran keturunan antara fase sporofit dengan fase gametofit.
7. Pertumbuhan pada batang dibedakan menjadi dua, yaitu pertumbuhan primer dan pertumbuhan sekunder.

In Tips

Batas Pertumbuhan Sel

Seperti yang telah kamu pelajari tentang sel, bahwa zat makanan, oksigen, dan air masuk ke dalam sel melalui membran sel. Demikian pula zat sisa atau sampah keluar dari sel melalui membran yang sama. Berapa cepatkah pertukaran itu dapat berlangsung tergantung pada luas permukaan membran sel. Berapa cepat zat makanan dan oksigen habis dan menghasilkan sampah tergantung dari volume sel.

Jika kita mengumpamakan sebuah sel dan melipatduakan diameternya, apa yang terjadi dengan luas permukaan membran dibandingkan dengan jumlah materi di dalamnya (volume sel)? Jika sebuah sel digambarkan dengan sebuah kubus, maka perbandingan antara luas permukaan dan volume setelah dilipatduakan akan tampak seperti dalam dalam tabel di bawah ini.

Panjang sisi	1 cm	2 cm	4 cm	8 cm
Volume	1 cm^3	8 cm^3	64 cm^3	512 cm^3
Luas permukaan	6 cm^2	24 cm^2	96 cm^2	384 cm^2
Luas : Volume	6	3	1,5	0,75

Jika diameter sebuah sel dilipatduakan secara terus menerus, maka perbandingan luas permukaan dan volume akan meningkat dengan kecepatan yang tidak sama yang menyebabkan masalah bagi sel itu. Makin besar sebuah sel, maka kebutuhan akan makanan dan oksigen akan makin besar, dan makin besar pula sampah yang diproduksi dan hal itu tidak seimbang dengan

luas permukaan dimana zat itu masuk dan keluar. Demikian pula makin besar sebuah sel, akan makin sulit makanan dan oksigen memasuki sel dan makin sulit pula sampah keluar dari sel.

Untuk memudahkan kamu memahami mengapa makin besar sebuah sel akan makin sulit (makanan dan oksigen memasuki sel) dibandingkan dengan sel yang lebih kecil, umpamakan dengan bangunan kecil dan bangunan besar. Untuk masuk dan keluar dari bangunan kecil mungkin cukup diperlukan satu atau dua pintu. Bagaimana jika bangunan kecil itu digantikan dengan bangunan yang besar dengan penghuni yang lebih banyak, sementara jumlah pintunya tetap? Akibatnya tentu akan kesulitan untuk masuk dan keluar pada waktu yang bersamaan. Itulah sebabnya mengapa sel tidak tumbuh menjadi lebih besar.

Satu alasan lainnya adalah faktor turunan dimana DNA yang tersimpan di dalam intisel akan membuat turunan dalam jumlah yang tidak melebihi batas tumbuhnya.

Sumber: William S Beck et al, (1996), Life, Harper Collins, New York, USA.

Pelatihan

A. Pilihlah jawaban yang benar dengan menuliskan huruf a, b, c, atau d di buku tugasmu!

1. Pernyataan tentang pertumbuhan di bawah ini yang benar adalah … .
   a. pertambahan ukuran organisme yang berlangsung sepanjang hidup
   b. pertambahan ukuran organisme yang tidak akan kembali ke ukuran semula
   c. pertambahan ukuran karena bertambahnya jumlah sel penyusun tubuh
   d. pertambahan ukuran organisme karena bertambahnya ukuran sel penyusun
2. Pernyataan tentang perkembangan di bawah ini yang benar adalah … .
   a. bertambah besarnya ukuran organisme karena pertumbuhan
   b. fase-fase perubahan selama masa pertumbuhan organisme
   c. perubahan bentuk dari zigot menjadi larva
   d. perubahan ukuran dari kecil menjadi besar
3. Faktor intrasel yang berpengaruh terhadap pertumbuhan adalah ....
   a. sifat-sifat yang diwariskan dari induk kepada keturunannya
   b. hormon pertumbuhan
   c. lingkungan sekitar yang secara langsung memengaruhi pertumbuhan
   d. zat-zat makanan tertentu yang berfungsi membantu metabolisme kalsium

4. Hormon tumbuhan di bawah ini yang berperan merangsang pertumbuhan dan pemanjangan sel adalah ....
   a. etilen
   b. sitokinin
   c. auksin
   d. giberelin
5. Fase perkembangan tumbuhan yang tepat adalah .....
   a. zigot → kecambah → embrio → tumbuhan muda → tumbuhan dewasa
   b. tumbuhan dewasa → zigot → kecambah → embrio → tumbuhan muda
   c. zigot → embrio → kecambah → tumbuhan muda → tumbuhan dewasa
   d. embrio → kecambah → tumbuhan muda → tumbuhan dewasa → zigot
6. Fase-fase pertumbuhan hewan di bawah ini yang benar adalah ....
   a. zigot → embrio → larva → hewan muda → hewan dewasa → zigot
   b. embrio → larva → zigot → hewan muda → hewan dewasa → zigot
   c. hewan dewasa → zigot → embrio → larva → hewan muda
   d. larva → hewan muda → hewan dewasa → zigot → embrio
7. Skema fase perkembangan tumbuhan paku di bawah ini yang benar adalah ....
   a. Spora → protalium → gametofit → zigot → paku → sporofit
   b. Gametofit → spora → paku → gametofit → zigot → protalium
   c. Protalium → zigot → sporangium → spora → paku → gametofit
   d. Sporangium → spora → paku → gametofit → zigot → protalium
8. Tahapan metamorfosis pada kupu-kupu yang tepat adalah ....
   a. telur, pupa, larva, dewasa
   b. telur, larva, pupa, dewasa
   c. dewasa, telur, larva, pupa
   d. dewasa, larva, pupa, telur
9. Pengertian metagenesis adalah ....
   a. pergantian alat-alat tubuh dari satu fase ke fase berikutnya
   b. pergantian keturunan dari fase sporofit ke fase gametofit, dan sebaliknya dari fase gametofit ke fase sporofit
   c. perubahan bentuk dari larva ke pupa
   d. pergantian kulit

10. Percabangan batang merupakan hasil dari ....
    a. pertumbuhan primer
    b. pertumbuhan sekunder
    c. pertumbuhan primer dan sekunder
    d. pertumbuhan melebar

B. Kerjakanlah soal-soal berikut di buku tugasmu!

1. Apa perbedaan antara pertumbuhan dengan perkembangan?
2. Faktor-faktor apakah yang memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup?
3. Bagaimana pengaruh hormon terhadap pertumbuhan makhluk hidup?
4. Sebutkan tahap-tahap perkembangan pada hewan!
5. Apa perbedaan antara metamorfosis dengan metagenesis?

Refleksi

Semua organisme mengalami pertumbuhan dan perkembangan. Pertumbuhan adalah proses bertambahnya ukuran yang tidak dapat kembali ke ukuran semula. Makhluk hidup tumbuh dan berkembang melalui tahapan-tahapan tertentu sampai mencapai batas maksimumnya.

Pada kegiatan di bawah ini, kamu akan mengamati pertumbuhan tanaman jagung dan kacang. Alat dan bahan yang kamu perlukan, antara lain: biji kacang tanah, biji jagung, tanah subur, polybag, air, dan meteran berskala.

Kamu harus mendesain rancangan penelitianmu termasuk menentukan tujuan, langkah kerja secara terperinci, penggunaan alat dan bahan serta menentukan waktu pengamatan dengan alat dan bahan yang tersedia. Untuk memudahkan pengamatanmu, di bawah ini disajikan sejumlah pertanyaan yang harus kamu jawab.

1. Berapa panjang kacang dan jagung sebelum kamu tanam?
2. Pada hari ke berapa tanaman jagung dan kacang mulai tumbuh? (keluar dari tanah)
3. Pada hari ke berapa daun pertama muncul?
4. Berapa panjang tanaman jagung dan kacang pada hari ke 4, 6, 8, 10, 12 dan ke-14?
5. Berapa jumlah daun masing-masing pada hari ke 14?
6. Adakah perbedaan tinggi tanaman antara jagung dan kacang tanah?
7. Apakah tanaman penelitianmu menunjukkan tanda-tanda tumbuh dan berkembang? Jelaskan!

8. Apakah pertumbuhan tanaman penelitianmu itu akan berlangsung terus atau suatu saat terhenti? Jelaskan!
9. Apakah tanaman penelitianmu jika tetap dipelihara akan mengalami perbungaan dan menghasilkan biji?
10. Apakah pentingnya pertumbuhan dan perkembangan bagi tumbuhan?

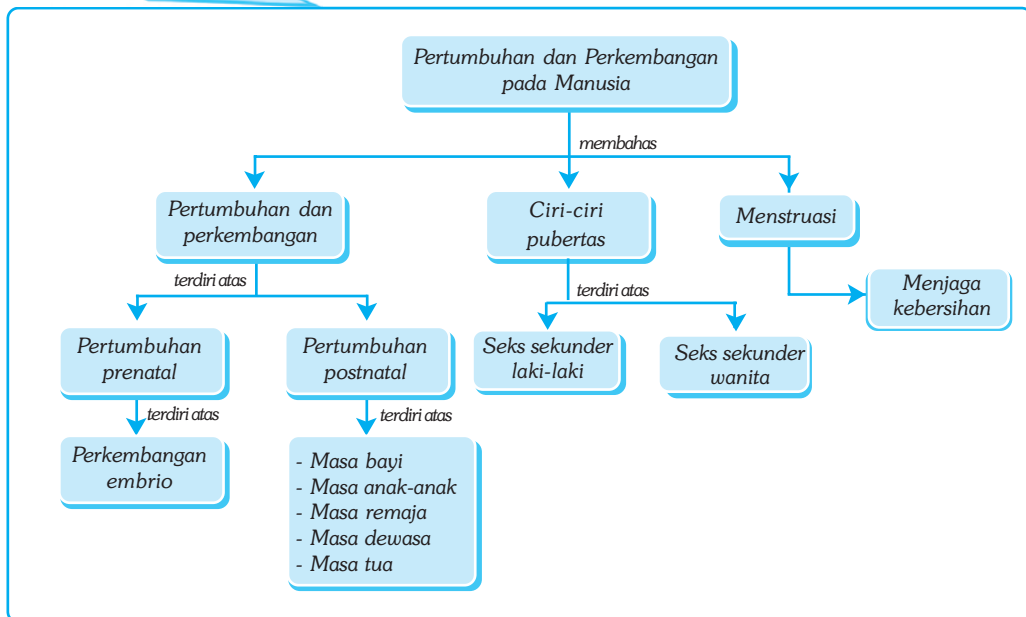
Empat pertanyaan terakhir di atas perlu didiskusikan dengan teman-temanmu dan penting untuk selalu mengomunikasikan kegiatanmu dengan bapak atau ibu gurumu.

Bab II

TAHAPAN PERKEMBANGAN MANUSIA

Tujuan Pembelajaran

Kamu dapat mendeskripsikan tahapan perkembangan manusia.

Peta Konsep

Kata Kunci

- Prenatal
- Post natal
- Embrio
- Remaja
- Pubertas
- Seks Sekunder
- Menstruasi
- Ovulasi
- Menopause

Berapa berat rata-rata bayi ketika baru dilahirkan? Berapa berat bayi ketika berumur satu tahun? Mengapa tejadi pertambahan berat? Apakah berat bayi akan terus bertambah? Adakah hubungannya dengan pertumbuhan dan perkembangan yang merupakan salah satu ciri makhluk hidup?

Pertumbuhan adalah bertambahnya ukuran suatu organisme yang tidak dapat kembali ke ukuran semula, sedangkan perkembangan adalah tahapan perubahan selama masa pertumbuhan berlangsung. Pertumbuhan mencakup dua hal, yaitu ukuran sel penyusun bertambah besar dan jumlah sel penyusun suatu organisme bertambah banyak.

Tahap-tahap pertumbuhan pada manusia dapat dibedakan menjadi dua, yaitu tahap sebelum kelahiran (*prenatal*) dan tahap sesudah kelahiran (*post natal*). Setelah melalui tahap kelahiran, selanjutnya manusia mengalami perkembangan melalui fase-fase, yaitu fase bayi, anak-anak, remaja, dewasa, dan lanjut usia.

Sumber : Jhonson. 1996. *Biology, Visualizing of Life.*

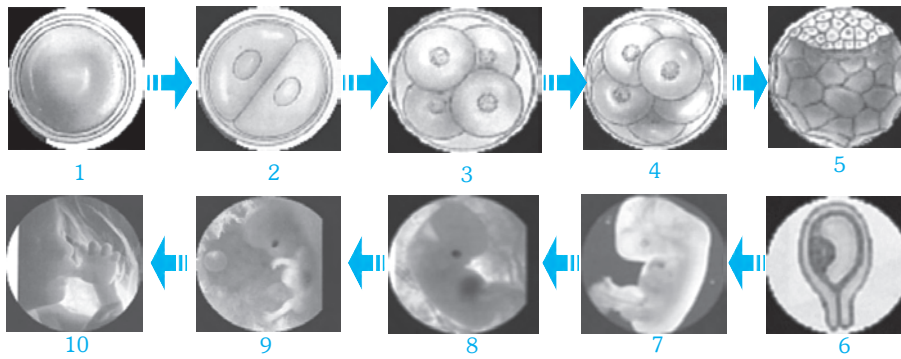
Gambar 2.1 Manusia mengalami pertumbuhan dan perkembangan sejak masih berada di dalam kandungan.

Dalam bab ini kamu akan mempelajari tentang tahapan-tahapan perkembangan itu dan pubertas yang menjadi ciri perkembangan usia remaja juga terjadinya menstruasi pada wanita.

A. Tahap-Tahap Pertumbuhan pada Manusia

Tahap-tahap pertumbuhan pada manusia secara umum dapat dibedakan menjadi dua, yaitu pertumbuhan sebelum kelahiran (*prenatal*) dan pertumbuhan sesudah kelahiran (*post natal*).

1. Tahap-Tahap Pertumbuhan Sebelum Kelahiran

Pertumbuhan manusia dimulai ketika terjadi pembuahan dan terbentuk *zigot* di dalam saluran telur. Zigot adalah hasil peleburan sel kelamin jantan dan sel kelamin betina. Setelah terjadi pembuahan, zigot turun ke rahim sambil membelah menjadi dua, empat, delapan, enam belas, dan seterusnya sehingga terbentuk calon bayi (*embrio*). Pertumbuhan zigot dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

Sumber: Jhonson. 1996. *Biology, Visualizing of Life.*

Gambar 2.2 Pertumbuhan bayi berawal dari pembentukan zigot (1), zigot membelah menjadi 2 (2), membelah menjadi 4 (3), membelah menjadi 8 (4), membelah dan terus membelah membentuk blastokis (5), pada usia 14 hari sudah menjadi embrio berbentuk seperti kacang yang menempel di rahim (6), embrio usia 5 minggu (7), embrio usia 7 minggu (8), embrio usia 10 minggu (9), usia kehamilan 6 bulan (10).

Heironymus Fabricius (1537-1619)

Sumber: Encarta Encyclopedia, 2006.

Heironymus Fabricius adalah seorang ilmuwan besar berkebangsaan Italia. Ia semasa mudanya banyak sekali melakukan penelitian-penelitian mengenai embrio. Pada tahun 1604, profesor Heironymus Fabricius menerbitkan salah satu karyanya "Deformanto Faeto", yaitu suatu studi tentang perkembangan telur dan bayi yang belum dilahirkan dari berbagai binatang, termasuk di dalamnya manusia.

Dalam masa kehidupannya, Heironymus Fabricius sudah dikenal sebagai seorang ahli embriologi yang pertama. Ia memberi nama indung telur, alat pembentuk telur pada ayam, dan meramalkan fungsi masing-masing alat tersebut. Dari hasil penemuannya ini, Heironymus Fabricius telah membantu terbentuknya cabang ilmu baru yang mempelajari tentang perkembangan embrio yang dinamakan *embriologi*.

2. Tahap-Tahap Pertumbuhan Setelah Kelahiran

Setelah bayi lahir di dunia, pertumbuhan terus berlanjut dan proses belajar pun dimulai. Pertumbuhan manusia tidak berlangsung terus dalam garis linier, tetapi bervariasi sesuai dengan usia, kapasitas individual, dan jenis kelamin.

Tahapan perkembangan pada manusia dapat dibagi menjadi lima, yaitu masa bayi, masa anak-anak, masa remaja, masa dewasa, dan masa tua.

a. Masa Bayi (0-2 Tahun)

Tahapan perkembangan manusia sejak lahir hingga umur 2 tahun dikenal sebagai masa bayi. Saat bayi lahir tampak lemah tak berdaya tetapi ditakdirkan untuk pandai bergerak dan belajar berpikir. Bayi yang baru lahir dilengkapi refleks dasar yang membantu menemukan payudara. Menangis juga merupakan refleks bawaan yang memberi tanda akan adanya sesuatu yang tidak beres, antara lain jika bayi merasa lapar, sakit, atau kondisi tidak nyaman, seperti buang air.

Sejak dua tahun pertama kehidupan bayi, si mungil ini menunjukkan pertumbuhan dan perkembangan yang luar biasa, baik secara fisik, mental, maupun intelektual. Secara fisik, bayi tumbuh pesat. Saat berusia 5 bulan, berat tubuhnya menjadi dua kali lipat dari pada berat tubuh pada saat dilahirkan. Saat berusia 1 tahun, berat tubuhnya menjadi tiga kali lipat. Pertumbuhan fisik yang cepat ini akan sedikit menurun pada tahun kedua karena adanya proses perkembangan alat-alat indra, motorik, emosional, dan intelektualnya.

Perkembangan motorik bayi dapat dijelaskan sebagai berikut. Pada waktu lahir, bayi belum dapat bergerak bebas, kecuali menggerakkan tangan dan kaki. Namun setelah berusia 5 bulan, bayi telah mulai dapat tengkurap dan berguling. Selanjutnya mulai belajar untuk merangkak. Pada usia tujuh (7) bulan, bayi mulai merangkak dengan menggunakan tangan dan lutut. Pada usia 12 bulan, bayi telah dapat menguasai tubuhnya dalam posisi tegak dan mulai berjalan.

Tahapan perkembangan pada bayi tersebut bervariasi antara satu dengan yang lain. Misalnya, ada anak yang mulai merangkak pada usia 5 bulan, tetapi ada pula yang mulai merangkak pada usia 7 atau 10 bulan. Hal itu wajar dan bukan merupakan suatu kelainan.

Pada masa bayi juga ditandai dengan sistem kekebalan tubuh yang belum berkembang. Sehingga pada masa ini balita (di bawah lima tahun) sangat rentan terhadap penyakit. Oleh sebab itu, pada masa bayi, balita harus selalu mendapatkan imunisasi agar tubuh mempunyai sistem kekebalan untuk melawan bibit penyakit.

b. Masa Anak-Anak (2–12 Tahun)

Masa anak-anak adalah masa antara umur 2-12 tahun. Masa anak-anak adalah masa bermain. Pada masa ini anak sudah memiliki kemampuan dasar untuk berkomunikasi dengan lingkungan, mampu melakukan gerakan dasar untuk berkembang lebih lanjut, merangkai kalimat sederhana, mengenali perilaku orang dewasa dan menirunya, serta mengenali dirinya dalam hubungannya dengan orang-orang di sekitar.

Pada masa ini, anak secara fisik tumbuh relatif teratur. Dari sisi intelektual, anak mulai mampu mengembangkan penalarannya untuk memecahkan masalah. Anak juga mulai berusaha untuk mewujudkan semua keinginannya, bahkan terkadang menunjukkan pembangkangan terhadap orang tua.

c. Masa Remaja (12 – 18 Tahun)

Masa remaja adalah masa perantara dari masa anak-anak ke masa dewasa. Masa ini ditandai dengan adanya pertumbuhan fisik yang luar biasa cepat. Tinggi tubuh remaja laki-laki dapat bertambah antara 5 – 7 cm hanya dalam satu tahun. Demikian pula dengan pertambahan berat tubuhnya. Berat tubuhnya cenderung terus meningkat dari tahun ke tahun.

Pada masa remaja ini seseorang mulai memasuki masa pubertas, yaitu masa dimana pada perempuan biasanya ditandai dengan menstruasi, sedangkan pada laki-laki ditandai dengan perubahan fisik dan mulai berproduksinya sperma.

d. Masa Dewasa (18 – 40-an Tahun)

Masa dewasa adalah masa akhir pertumbuhan. Secara fisik, tubuh telah mencapai tahap pertumbuhan tinggi yang sempurna atau maksimal. Namun bagi banyak orang, perkembangan sosial dan psikologis terus berlangsung sepanjang masa dewasa.

Pada masa dewasa, sistem organ perkembangbiakan telah dapat difungsikan. Demikian pula dengan sistem organ yang lain, telah siap mendukung untuk hidup mandiri, baik secara fisik maupun mental. Pada masa ini, telah mulai muncul pemikiran tentang mencari nafkah, mencari pasangan hidup, memiliki tempat tinggal sendiri, dan membangun keluarga. Tanggung jawab tidak lagi sebatas pada kepentingan diri sendiri, tetapi telah berkembang melebar ke arah lingkungan sosial yang lebih luas, yaitu masyarakat, bangsa, dan negara.

Jika pada masa remaja, perkembangan intelektualnya lebih kaya dengan pemikiran yang bersifat ideal dan abstrak, maka pada masa dewasa lebih diwarnai dengan pemikiran yang praktis, pragmatis, dan realistis. Puncak kedewasaan secara mental terjadi pada usia 40-an tahun.

Secara fisik, pada usia dewasa ini telah terjadi penuaan, tetapi secara emosi justru telah mencapai tahap kestabilan dengan telah tercapainya keseimbangan antara fungsi intelektual dan emosi. Segala tindakan dipertimbangkan secara matang jauh ke depan, baik mengenai akibatnya, keuntungan, dan kerugiannya. Pemikiran telah mulai terfokus untuk menyiapkan masa tua.

e. Masa Tua atau Masa Lanjut Usia (> 40-an Tahun)

Masa tua adalah masa umur di atas 40 tahun. Masa tua (penuaan) ditandai dengan menurunnya beberapa fungsi organ penting, seperti jantung, paru-paru, dan organ pencernaan, sehingga cepat merasa lelah dan lemah. Elastisitas kulit, daya akomodasi mata, gerak refleks, dan kekuatan otot pun mulai berkurang. Rambut mulai beruban dan pengaturan kondisi tubuh yang seimbang dari hari ke hari makin menurun.

Pada wanita, penuaan juga ditandai dengan mulai tidak berfungsinya organ perkembangbiakan, yaitu berhentinya datang bulan (*menstruasi*). Keadaan ini disebut *menopause*. Menopause umumnya terjadi pada usia antara 45-55 tahun. Keadaan ini menandai berhentinya kemampuan wanita untuk memiliki anak.

Penuaan juga ditandai dengan sistem kekebalan tubuh yang mengalami penurunan fungsi sehingga tubuh menjadi rentan terhadap berbagai penyakit. Masa tua adalah masa persiapan menyongsong kematian.

Ilmuwan Kecil

Bagilah kelasmu menjadi beberapa kelompok, kemudian tiap-tiap kelompok melakukan pengamatan untuk mendeskripsikan ciri-ciri tahapan perkembangan pada manusia, mulai dari balita, anak-anak, remaja, dewasa, dan manula. Setelah kegiatan selesai, lakukanlah studi pustaka untuk membandingkan hasil observasi dengan referensi yang ada. Dari hasil observasi dan studi pustaka, diskusikan dengan teman satu kelompokmu, kemudian presentasikan hasilnya di depan kelas atau kumpulkan dalam buku tugas sebagai bahan evaluasi guru!

Soal Kompetensi

1. Apakah yang disebut dengan pertumbuhan prenatal?
2. Apakah yang disebut dengan pertumbuhan postnatal? Sebutkan tahapan perkembangannya!

B. Ciri-Ciri Remaja yang Mengalami Pubertas

Masa remaja juga disebut masa *pubertas*. Untuk perempuan, pubertas mulai muncul pertama kali sekitar usia 10-11 tahun dan untuk laki-laki antara 12-13 tahun serta umumnya berakhir pada usia 18-20 tahun. Menurut penelitian, pada masa pubertas ini beberapa hormon reproduksi mulai berfungsi yang menyebabkan terjadinya perubahan fisik. Wanita makin jelas kewanitaannya dengan ciri-ciri yang makin jelas, demikian juga lelaki makin jelas ciri-ciri kelelakiannya. Anak mulai sadar dan mengenali kebutuhannya. Idealnya mulai tumbuh dan mulai memperhatikan orang-orang yang menjadi idolanya secara lebih mendalam. Pada masa ini juga ditandai dengan mulai aktifnya hormon kelamin. Anak mulai mengenali identitas kelaminnya dan mulai tertarik dengan lawan jenisnya. Pada masa ini ciri-ciri seks sekunder juga mulai tumbuh.

Pada wanita, ciri-ciri seks sekunder antara lain mulai tumbuhnya payudara, kulit menjadi lebih halus, suara lebih khas, dan membesarnya pinggul yang menjadi ciri-ciri penampakan wanita. Sedangkan pada laki-laki, suara menjadi lebih berat, kulit lebih kasar, melebarnya bagian dada, dan tumbuhnya rambut di beberapa tempat yang menjadi ciri khas penampakan lelaki.

Masa pematangan berlangsung antara usia 12 – 18 tahun pada wanita dan antara 14 – 20 tahun untuk pria. Pada masa ini ditandai dengan telah mulai berfungsinya alat-alat kelamin. Pada wanita mulai mengalami *menstruasi* (haid atau datang bulan). Pada lelaki ditandai dengan *ejakulasi*, yaitu keluarnya sperma secara tidak sengaja pada saat tidur atau sering disebut *mimpi basah*.

Berikut ini merupakan perbandingan pertumbuhan ciri-ciri pertumbuhan secara fisik pada pria dan wanita.

Tabel 2.1 Perubahan Fisik pada Remaja Laki-Laki (Pria)

Perubahan Fisik	Usia Rata-Rata Terjadinya Perubahan (Tahun)	Usia Rata-Rata Ketika Perubahan Berhenti (Tahun)	Catatan
Meningkatnya angka pertumbuhan	12 - 13	17 - 18	Jika angka pertumbuhan tidak meningkat hingga usia 15 tahun, segera konsultasikan ke dokter.
Membesarnya alat-alat kelamin	Testis dan skrotum, pada usia 11 - 12 Penis, pada usia 12 - 13	16 - 17 15 - 16	Membesarnya testis ditandai dengan kulit skrotum tampak lebih gelap. Penis tumbuh memanjang kemudian membesar. Biasanya satu tahun setelah memanjang, penis dapat mengeluarkan *cairan semen*.
Tumbuh rambut di beberapa tempat	Sekitar kelamin, pada usia 11 - 12 Ketiak, pada usia 12 - 13	15 - 16 16 - 18	Pertumbuhan rambut bervariasi, tergantung pada sifat bawaan. Rambut di bagian dada, kumis, dan jenggot terus memanjang.
Perkembangan kelenjar keringat	13 - 15	17 - 18	Keluarnya keringat pada ketiak menyebabkan bau tubuh yang khas. Bau khas ini tidak dijumpai pada masa anak.
Perubahan suara	13 - 14	16 - 17	Pertumbuhan laring menyebabkan membesarnya suara secara bertahap. Jika suara tidak berubah hingga usia 16 tahun, segera konsultasikan ke dokter.

Tabel 2.2 Perubahan Fisik pada Remaja Putri (Wanita)

Perubahan Fisik	Usia Rata-Rata Terjadinya Perubahan (Tahun)	Usia Rata-Rata Ketika Perubahan Berhenti (Tahun)	Catatan
Rata-rata pertumbuhan badan	10 - 11	15 - 16	Jika pertumbuhan tidak tampak meningkat hingga usia 15 tahun, segera konsultasikan ke dokter.
Berkembangnya payudara	10 - 11	13 - 15	Membesarnya payudara bervariasi antara remaja wanita satu dengan remaja wanita lain. Peristiwa ini merupakan tanda awal datangnya masa remaja.
Tumbuhnya rambut	Sekitar alat kelamin, pada usia 10 - 11 Ketiak, pada usia 12 - 13	13 - 14 15 - 16	Pertumbuhan rambut sangat bervariasi. Rambut di sekitar alat kelamin biasanya lebih gelap dan lebih tebal daripada rambut yang tumbuh di bagian tubuh yang lain.
Perkembangan kelenjar keringat	12 - 13	15 - 16	Keluarnya keringat di ketiak menyebabkan bau tubuh yang khas. Bau khas ini tidak dijumpai pada masa anak.
Menstruasi	11 - 14	45 - 55	Pada awalnya, menstruasi berlangsung tidak teratur. Namun pada usia 17 tahun, menstruasi mulai berlangsung teratur antara 3 - 7 hari setiap 28 hari sekali. Jika sudah mengalami menstruasi saat masih berusia 10 tahun atau belum mengalami menstruasi padahal sudah berusia 17 tahun, segera konsultasikan ke dokter.

Pada masa remaja juga berlangsung perubahan kapasitas mental. Mereka mulai mampu berpikir secara abstrak dan kemampuan penalaran mulai berkembang yang menyebabkan sikap kritis terhadap hal-hal yang dinilainya tidak benar atau tidak baik. Seringkali mereka menggunakan penalaran ilmiah untuk membuktikan dugaan-dugaan yang dianggapnya benar.

Masa remaja adalah masa dimana mereka berusaha untuk menemukan jatidirinya. Jatidiri yang seringkali berlawanan sangat tajam dengan orang tuanya. Oleh karena itu seringkali melawan keinginan orang tuanya dan sering menimbulkan konflik. Sikap toleran, penuh pengertian, dan tetap menjaga hubungan baik serta asuhan yang penuh kasih sayang akan membantu perkembangan kepribadian yang sehat.

Perlu diperhatikan bahwa pertumbuhan remaja tidak harus sama antara satu dengan yang lainnya, terutama yang menyangkut ciri-ciri dan pertumbuhannya pada tingkat usianya. Ada yang telah muncul pada masa awal, tetapi ada pula yang baru muncul pada masa akhir. Beberapa hal yang mempengaruhi pertumbuhan, antara lain faktor keturunan dan lingkungan. Faktor keturunan merupakan ketentuan bawaan batas pertumbuhan, sedangkan lingkungan menentukan apakah batas pertumbuhan itu dapat dicapai atau tidak. Termasuk faktor lingkungan adalah status gizi, status kesehatan, dan sanitasi.

Soal Kompetensi

1. Bagaimanakah ciri-ciri seks sekunder pada wanita!
2. Bagaimanakah ciri-ciri seks sekunder pada pria!

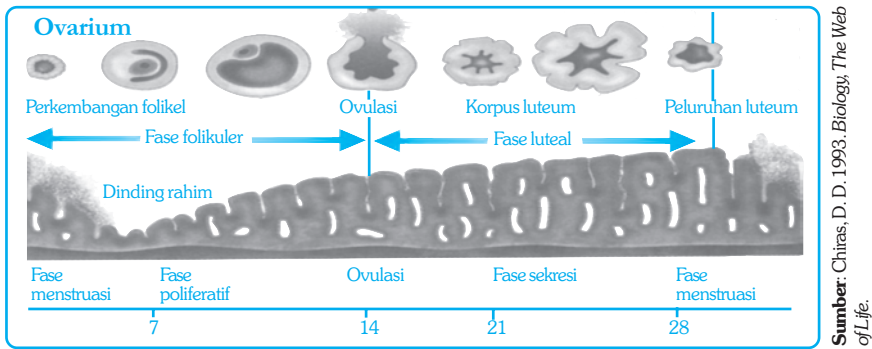
C. Menstruasi

Menstruasi merupakan pertanda awal masa kedewasaan seorang wanita. Remaja yang telah mengalami menstruasi berarti alat-alat perkembangbiakannya telah mulai berfungsi. Indung telur telah mulai aktif menghasilkan sel telur (*ovum*).

Proses pembentukan sel telur berlangsung di dalam indung telur (*ovarium*) ketika bayi masih di dalam kandungan. Pematangan sel telur bermula ketika anak telah menginjak remaja. Sejak menstruasi pertama, pematangan telur berlangsung secara teratur setiap bulan. Jika telah masak, telur akan dikeluarkan dari indung telur ke saluran (*oviduk*). Keluarnya sel telur dari indung telur (ovarium) disebut *ovulasi*. Pematangan telur dan pengeluaran telur dari indung telur dipengaruhi oleh beberapa hormon kelamin wanita. Hormon itu juga mempengaruhi penebalan dinding rahim tempat nantinya calon bayi (embrio) menempel selama masa keehamilan. Jika telur dibuahi, maka proses penebalan dinding dan pembentukan pembuluh darah akan berlangsung pesat. Telur yang dibuahi (zigot) akan turun ke dalam rahim dan seterusnya menetap di sana sampai saatnya dilahirkan.

Jika telur tidak dibuahi, maka penebalan telur akan terhenti, rusak, dan akhirnya meluruh. Peluruhan dinding rahim dan pembuluh darah kemudian dikeluarkan dari dalam tubuh melalui alat kewanitaan. Hal itulah yang menyebabkan terjadinya pendarahan pada wanita yang disebut menstruasi.

Dari gambar siklus menstruasi di bawah, terlihat jelas bahwa siklus pematangan sel telur, siklus penebalan dinding rahim, dan pembentukan pembuluh darah berlangsung secara teratur setiap 28 hari atau setiap bulan. Menstruasi umumnya berlangsung selama tiga sampai tujuh hari (3-7 hari).

Sumber: Chiras, D. D. 1993. *Biology, The Web of Life.*

Gambar 2.3 Siklus Menstruasi

Keterangan :
Jika menstruasi terjadi antara tanggal 1 - 5, maka fase pertumbuhan di dinding rahim akan berlangsung hingga tanggal 28. Dinding rahim meluruh dan terjadi menstruasi. Demikian seterusnya. Jika terjadi kehamilan, dinding rahim akan menebal dan tidak meluruh. Akibatnya, tidak terjadi kehamilan.

Seperti yang kamu ketahui, menstruasi tidak terjadi jika seorang wanita sedang hamil. Mengapa? Selama kehamilan, tidak terjadi pematangan sel telur dan dinding rahim terus menebal. Oleh karena itu, tidak terjadi peluruhan dinding rahim sehingga menstruasi pun tidak terjadi.

Menstruasi adalah peristiwa alami yang terjadi pada setiap wanita sehat dan normal. Wanita umumnya mengalami menstruasi untuk pertama kalinya pada usia antara 11-16 tahun. Menstruasi ini akan terus berlangsung selama 30 tahun atau selama 400 kali menstruasi dan akan berakhir setelah mencapai usia antara 45-55 tahun. Wanita yang sudah tidak mengalami menstruasi tidak akan dapat memiliki anak lagi. Berhentinya menstruasi disebut *menopause*.

Wanita yang sedang mengalami menstruasi biasanya mengalami beberapa gangguan pada tubuhnya, seperti sakit perut, nyeri pada bagian rahim, anemia, dan mengalami gangguan psikologis, seperti emosional dan sukar berkonsentrasi.

Soal Kompetensi

1. Apakah yang disebut menstruasi?
2. Kapankah terjadinya menstruasi?

D. Pentingnya Menjaga Kebersihan

Saat menstruasi berlangsung, sebenarnya terjadi luka pada jaringan yang menyusun dinding rahim. Adanya kerusakan tersebut menyebabkan wanita beresiko tinggi terhadap infeksi kuman penyakit. Bakteri, jamur, dan virus dapat menginfeksi dinding rahim yang luka melalui saluran kencing atau daerah kelamin. Agar tetap sehat, baik sebelum, selama, maupun sesudah menstruasi, hal-hal yang perlu dilakukan, antara lain menjaga kebersihan daerah kelamin dan menjaga kondisi tubuh agar tetap sehat dan segar.

Beberapa hal yang perlu dilakukan untuk menjaga kebersihan daerah kelamin, antara lain usahakan daerah kelamin selalu dalam keadaan bersih dan tertutup; jika membersihkan daerah kelamin dengan air, siramlah dari depan ke belakang; jika menyentuh daerah kelamin, usahakan tangan dalam keadaan bersih; dan gunakan pembalut yang mempunyai daya serap tinggi dan permukaan yang lembut. Pembalut tersebut akan menjaga daerah kelamin agar tetap kering dan tidak lembab.

Selain menjaga kebersihan daerah kelamin, kita juga harus menjaga tubuh agar tetap sehat. Untuk mengurangi perasaan tidak nyaman dan menjaga tubuh agar tetap segar, dapat dilakukan beberapa hal, antara lain mengurangi makanan yang manis, berlemak, atau mengandung karbohidrat tinggi; memperbanyak makanan yang banyak mengandung protein dan vitamin; mengurangi minuman yang memiliki daya rangsang tinggi, seperti kopi dan cokelat; serta berolahraga ringan secara teratur.

Olahraga penting untuk menjaga vitalitas dan stamina. Olahraga juga dapat memperlancar aliran darah serta membantu mempercepat pengeluaran kotoran melalui keringat. Aliran darah yang lancar menjamin pasokan oksigen dan zat-zat makanan yang dibutuhkan jaringan tubuh sehingga meningkatkan vitalitas tubuh.

Kegiatan

Rata-Rata Pertumbuhan pada Remaja Laki-Laki dan Remaja Wanita

A. Tujuan

1. Kamu dapat mengukur rata-rata pertumbuhan pada remaja laki-laki dan wanita.
2. Kamu dapat mengetahui adanya perbedaan rata-rata pertumbuhan pada remaja laki-laki dan wanita.

B. Alat dan Bahan

Alat ukur tinggi tubuh dan alat ukur berat tubuh.

C. Langkah Kerja

1. Bagi kelasmu menjadi dua kelompok, yaitu kelompok laki-laki dan kelompok wanita!
2. Setiap kelompok mengukur tinggi tubuh masing-masing anggotanya dengan menggunakan alat ukur tinggi tubuh!
3. Catat tinggi masing-masing anggota dan kelompokkan dengan interval 5 cm mulai dari yang paling pendek hingga yang paling tinggi!
4. Buatlah tabel yang menyatakan tinggi dan jumlah anggota!

Tabel Hasil Pengukuran Tinggi Tubuh

Tinggi(cm)	Jumlah
s.d. 140	
140 – 145	
146 – 150	
151 – 155	
156 – 160	
161 ke atas	

Tabel Hasil Pengukuran Berat Tubuh

Berat (Kg)	Jumlah
s.d. 30	
31 – 35	
36 – 40	
41 – 45	
46 – 50	
51 ke atas	

5. Setiap kelompok mengukur berat tubuh masing-masing anggotanya dengan menggunakan alat ukur berat tubuh!
6. Catat berat tubuh masing-masing anggota dan kelompokkan dengan interval 5 cm mulai dari yang paling ringan hingga yang paling berat!
7. Buat tabel yang menyatakan berat dan jumlah anggota!

D. Pertanyaan

1. Berapa cm-kah tinggi tubuh anggota kelompokmu yang paling pendek?
2. Berapa cm-kah tinggi tubuh anggota kelompokmu yang paling tinggi?
3. Berapakah tinggi tubuh anggota kelompokmu yang terbanyak?
4. Berapa kg-kah berat tubuh anggota kelompokmu yang paling ringan?
5. Berapa kg-kah berat tubuh anggota kelompokmu yang paling berat?
6. Kesimpulan apa yang dapat kamu peroleh dari percobaan ini? Tulis di buku tugasmu!

Soal Kompetensi

1. Jelaskan mengapa menjaga kebersihan sangat penting, terutama bagi wanita yang sedang menstruasi!
2. Apa yang perlu diperhatikan untuk menjaga agar tubuh tetap bugar pada saat menstruasi?

Rangkuman

1. Sejak berada di dalam kandungan, manusia sudah mengalami pertumbuhan dan perkembangan.
2. Pertumbuhan dan perkembangan manusia dapat dibedakan menjadi beberapa tahap, yaitu tahap *prenatal* dan tahap *post natal*.
3. Masa awal kedewasaan seorang wanita umumnya ditandai dengan peristiwa menstruasi.
4. Menstruasi berlangsung terus sampai memasuki masa tua. Keadaan dimana seorang wanita sudah tidak mengalami menstruasi lagi disebut menopause.
5. Wanita yang sedang mengalami menstruasi sangat rentan terhadap infeksi kuman penyakit.
6. Agar tubuh tetap sehat dan segar, kita harus selalu melakukan hal-hal yang dapat menjamin kesehatan dan kesegaran tubuh kita.

Mengapa Menstruasi?

Para pakar biologi telah lama bertanya-tanya tentang menstruasi, terutama tujuannya selain sebagai pertanda kedewasaan wanita secara biologis. Ketika seorang wanita mengalami menstruasi, maka secara biologis dia telah siap untuk melakukan fungsi kewanitaannya, terjadinya pembuahan, mengandung, dan mempunyai anak. Tetapi yang sering dipertanyakan para ahli adalah mengapa terjadi menstruasi pada wanita secara terus menerus sepanjang masa kesuburannya dengan siklus yang teratur?

Menstruasi merupakan peristiwa yang terkendali sangat kompleks, membatasi waktu wanita berhubungan intim, menyebabkan wanita kehilangan banyak darah dan energi, bahkan terkadang disertai rasa sakit dan tidak nyaman. Tidak ada satupun efek menstruasi tampak memberikan keuntungan atau sisi positif bagi pelakunya. Hal itu menimbulkan pertanyaan bagi pakar tentang bagaimana perkembangan menstruasi dan mengapa terjadi.

Penelitian para pakar biologi akhir-akhir ini mendekatkan pada jawaban atas teki-teki di atas. Seorang peneliti dari University of California, Barkeley yang bernama Mergie Profet menduga bahwa menstruasi sangat penting dan menguntungkan bagi wanita. Mergie menduga bahwa menstruasi dapat mencegah wanita dari mikroba yang membahayakan.

Dalam hipotesisnya dia mengatakan bahwa banyak bakteri dan virus yang menempel dengan sendirinya pada sperma lelaki ketika terjadi hubungan intim. Mikroba berbahaya itu akan mencari sel inang yang cocok di dalam rahim. Dengan menstruasi wanita dapat menghilangkan atau setidaknya mengurangi jumlah mikroba patogen (yang dapat menimbulkan penyakit) yang menginfeksi jaringan sepanjang saluran rahim.

Suatu hal yang baru dari hipotesis Mergie adalah bahwa dia mengajukan penjelasan yang positif mengenai menstruasi. Penjelasan sebelumnya mengenai menstruasi selalu bernada negatif, merugikan, dan tidak bermanfaat.

Suatu hal yang menarik dari penelitian Mergie adalah bahwa hipotesisnya tersebut muncul atau terinspirasi dari sebuah mimpi. Dalam mimpinya dia melihat segitiga hitam menempel pada sebuah kertas tissue yang berwarna merah gelap. Dia menggambarkan segitiga hitam itu sebagai mikroba sedang keluar bersama jaringan yang meluruh menjadi darah menstruasi yang umumnya berwarna merah gelap.

Sumber: Daniel D Chiras (1994), Biology, The Web of Life, West Publishing, New York..

Pelatihan

I. *Pilihlah jawaban yang benar dengan menuliskan huruf a, b, c, atau d di buku tugasmu!*

1. Janin memperoleh zat-zat yang diperlukan untuk pertumbuhan dari induknya melalui bagian ....
   a. plasenta
   b. perut ibunya
   c. tali pusat
   d. amnion
2. Masa anak-anak berlangsung pada usia ....
   a. 0 – 2 tahun
   b. 2 – 11 tahun
   c. 2 – 4 tahun
   d. 4 – 11 tahun
3. Anak mulai ingin dapat mewujudkan keinginannya, berkembang kemampuan penalarannya, dan terkadang menunjukkan pembangkangan terhadap keinginan orang tua. Ciri-ciri tersebut menunjukkan perkembangan anak pada masa ....
   a. bayi
   b. remaja
   c. anak-anak
   d. puber
4. Di bawah ini merupakan perilaku hidup sehat bagi remaja usia SMP, *kecuali*..
   a. menjaga kebersihan diri dan lingkungan
   b. olahraga yang teratur dan terarah
   c. menghindari kebiasaan merokok, minum-minuman keras, narkoba, dan zat adiktif lainnya
   d. aktif dalam kegiatan di kampung
5. Masa remaja adalah masa peralihan dari kanak-kanak menjadi dewasa. Pernyataan di bawah ini yang *bukan* ciri-ciri remaja adalah ... .
   a. telah mulai aktifnya kelenjar kelamin.
   b. perubahan fisik akibat pengaruh hormon kelamin sehingga lelaki tampak ciri-ciri kelelakiannya dan perempuan tampak ciri-ciri keperempuanannya
   c. memperlihatkan ketertarikan pada lawan jenis
   d. suka bermain dan keluyuran

6. Masa puber terjadi dalam kurun waktu antara .....
   a. masa kanak-kanak dan masa remaja
   b. akhir masa kanak-kanak dan awal remaja
   c. akhir masa remaja dan awal masa dewasa
   d. awal masa remaja dan awal masa dewasa
7. Ovulasi adalah .....
   a. pelepasan ovum yang telah masak dari ovarium
   b. peleburan sperma oleh ovum
   c. pematangan ovum di dalam ovarium
   d. pecahnya ovum di dalam uterus
8. Menstruasi pada wanita merupakan pertanda ....
   a. telah mulai berfungsinya alat perkembangbiakan
   b. terjadi infeksi pada saluran kencing
   c. gejala penyakit kelamin
   d. kelainan pada daerah kewanitaan
9. Ciri-ciri kelelakian mulai muncul pada masa remaja. Pernyataan di bawah ini yang *bukan* ciri-ciri seks sekunder pada laki-laki adalah ... .
   a. tumbuhnya rambut di beberapa tempat
   b. tumbuhnya jakun dan suara yang lebih berat
   c. dada tumbuh lebih bidang
   d. suka berpetualang di tempat-tempat yang berbahaya
10. Penuaan pada wanita ditandai dengan menopause, yaitu keadaan ....
    a. berhentinya siklus menstruasi
    b. penurunan sistem kekebalan tubuh sehingga rentan terhadap penyakit
    c. berkurangnya kelenturan kulit
    d. berkurangnya pasokan kalsium darah sehingga tulang-tulang keropos

II. Kerjakanlah soal-soal berikut di buku tugasmu!

1. Jelaskan tahap-tahap perkembangan pada manusia!
2. Makan makanan bergizi dan berolah raga secara teratur sangat diperlukan pada masa remaja. Jelaskan kalimat tersebut!
3. Apa perbedaan ciri-ciri kelamin sekunder antara laki-laki dengan wanita?
4. Mengapa wanita mengalami menstruasi?
5. Jelaskan ciri-ciri remaja yang mengalami pubertas!

Refleksi

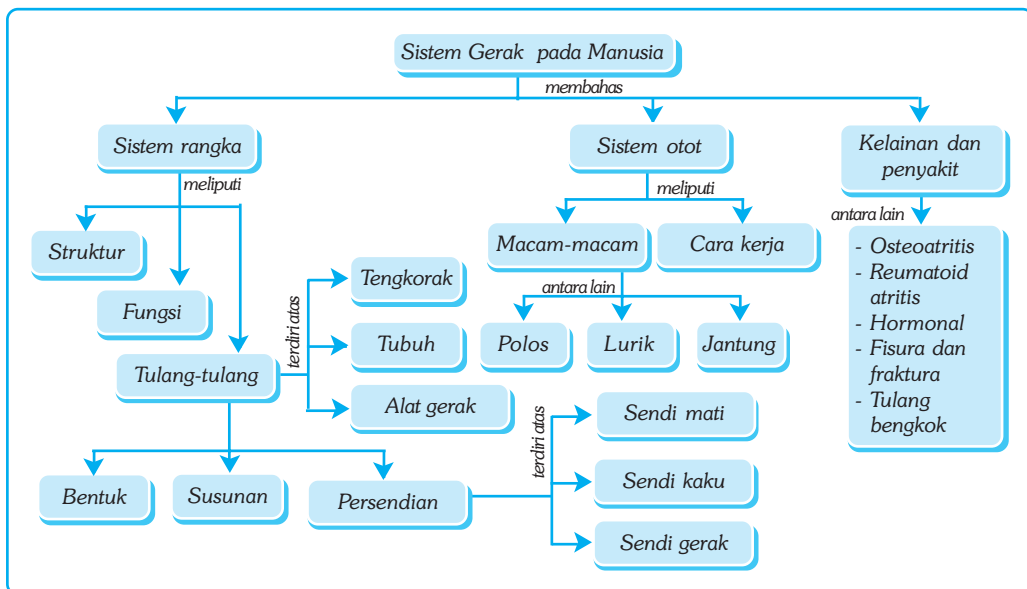
Perhatikan perbandingan antara bagian kepala, badan, dan anggota gerak (tangan dan kaki) antara bayi, anak usia 2 tahun, anak usia 6 tahun, remaja, dan dewasa pada gambar di bawah ini. Buatlah tulisan berdasarkan pengamatanmu pada gambar, meliputi pertumbuhan memanjang antara bagian kepala, badan, dan anggota gerak. Bandingkan pula ketiga bagian tersebut pada masa bayi dan pada akhir masa pertumbuhan. Bagian tubuh yang manakah yang menyebabkan seseorang tinggi atau pendek? Ajukan kepada bapak atau ibu guru untuk mendapatkan penilaian.

Bagan perrbandingan pertumbuhan pada manusia.

Bab III SISTEM GERAK PADA MANUSIA

Tujuan Pembelajaran

Kamu dapat mendeskripsikan sistem gerak pada manusia dan hubungannya dengan kesehatan.

Peta Konsep

Kata Kunci

- Rangka (Skeleton)
- Ligamen
- Rangka Tubuh
- Tulang Dada
- Rangka Tengkorak
- Persendian
- Tulang Keras
- Tulang Rawan
- Sendi Engsel
- Otot Rangka
- Osifikasi
- Otot Sinergis

Coba gerakkan tanganmu ke beberapa arah. Apa yang menyebabkan tanganmu dapat digerakkan? Susunan apakah yang terdapat di dalam tanganmu sehingga kamu dapat melakukan gerakan yang berbeda-beda?

Gambar 3.1 Sistem gerak pada manusia tersusun atas rangka dan otot

Sumber: Human 3D. 2001. *Extensive Human Anatomy and Physiology (Software)*.

Fitur yag paling mengagumkan dari tubuh manusia barangkali terletak pada rangka dalamnya (*endoskeleton*). Tidak sebagaimana hewan lainnya yang memiliki rangka luar (*eksoskeleton*) yang kaku, manusia memiliki kulit yang tipis dan lentur, sehingga ketika kamu membengkokkan tanganmu, kulitmu tidak robek. Di samping itu, manusia memiliki persendian pada tangan dan kaki, sehingga dapat bergerak bebas. Gerak bebas itu dimungkinkan karena adanya penumpu tulang dari kartilago dan ikatan ligamen yang lentur tapi kuat.

Dalam bab ini kamu akan mempelajari alat-alat tubuh yang memungkinkan kamu melakukan gerakan yang kompleks. Alat-alat tersebut adalah rangka (tulang) dan otot.

A. Sistem Rangka

1. Struktur Rangka

Rangka dalam bahasa Inggris disebut *skeleton.* Kata skeleton berasal dari bahasa Latin yang berarti bagian tubuh yang kering. Rangka tersusun atas sejumlah tulang. Kesan pertama orang melihat tulang adalah suatu susunan yang kering dari benda mati, akan tetapi tulang sebenarnya merupakan sesuatu yang hidup. Tulang adalah jaringan yang aktif melakukan metabolisme. Jaringan tulang terdiri dari sejumlah sel tulang yang disebut *osteosit*. Sel tulang dikelilingi oleh bahan ekstraseluler dari bahan kalsium atau disebut matriks yang memberi sifat keras, kuat, dan lentur. Materi ekstraseluler terdiri dari dua, yaitu bahan organik yang disebut kolagen, yaitu suatu protein yang memberi sifat lentur; dan bahan anorganik, terutama kristal kalsium fosfat yang terdapat di dalam kolagen yang memberi sifat keras dan kuat.

2. Fungsi Rangka

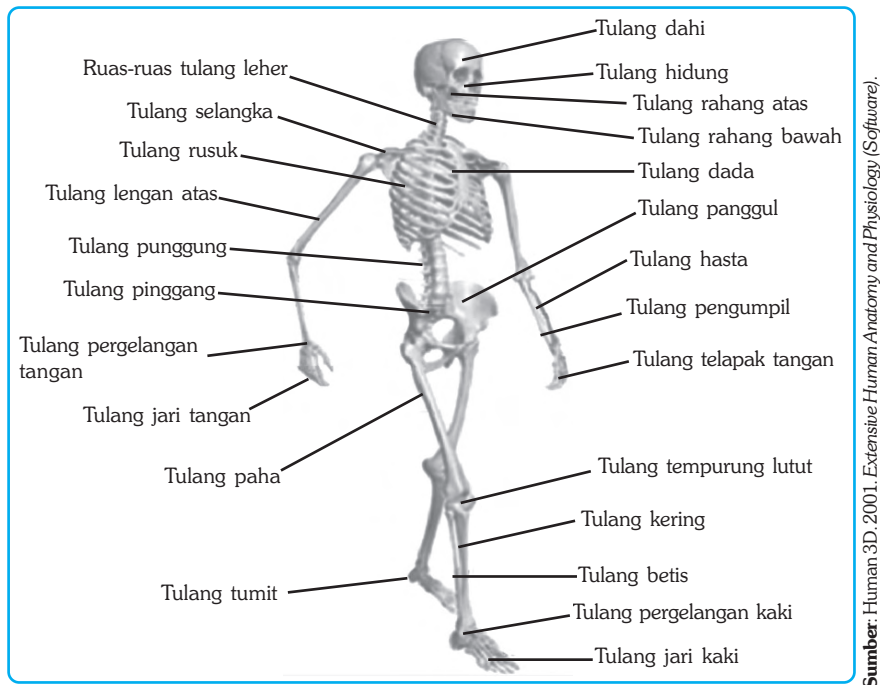
Tulang mempunyai beberapa fungsi penting dalam kehidupan kita. Di samping menegakkan badan, memberi bentuk tubuh, dan melindungi alat-alat vital, tulang juga berfungsi penting untuk memproduksi sel-sel darah. Tulang juga merupakan sistem tuas yang memungkinkan tubuh melakukan berbagai macam gerakan. Tulang juga merupakan tempat menyimpan berbagai mineral penting,

seperti kalsium dan fosfor, yang penting untuk proses-proses metabolisme dalam tubuh. Jika tubuh kekurangan zat mineral itu, tulang menyediakan mineral yang dibutuhkan agar proses metabolisme tetap berlangsung.

Masih adakah fungsi lain selain yang disebutkan di atas? Coba diskusikan dengan temanmu!

3. Tulang-Tulang Penyusun Rangka Manusia

Perhatikan tulang-tulang penyusun rangka berikut ini!

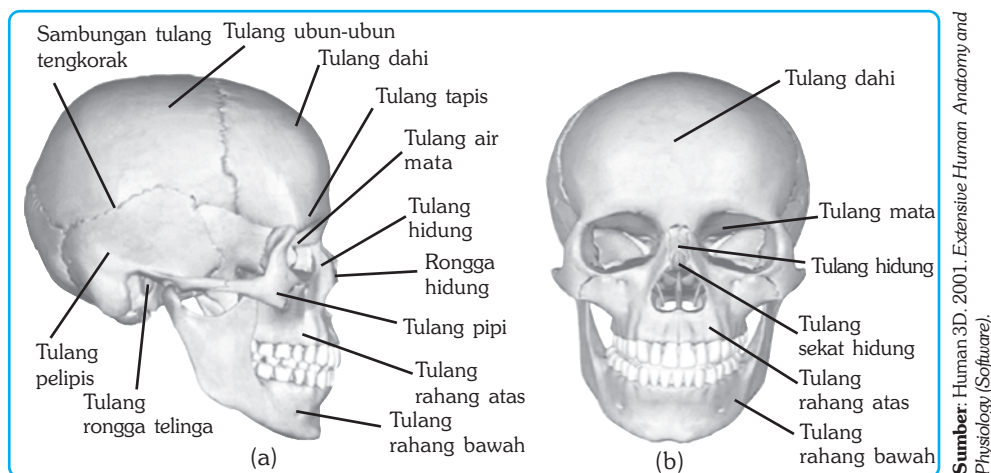
Sumber: Human 3D. 2001. *Extensive Human Anatomy and Physiology (Software)*.

Gambar 3.2 Tulang-tulang penyusun rangka manusia

Menurut tempatnya, rangka manusia dapat dibedakan menjadi tiga bagian, yaitu rangka tengkorak, rangka tubuh, dan rangka anggota gerak.

a. Rangka Tengkorak

Rangka tengkorak terdiri atas rangka bagian depan dan belakang. Rangka bagian depan, terdiri dari 1 tulang hidung, 2 tulang air mata, 2 tulang pipi, 1 tulang rahang atas dan rahang bawah, 1 tulang lidah, dan 1 tulang langit-langit.

Pada bagian belakang terdapat tulang tengkorak yang melindungi otak. Tulang tengkorak otak, meliputi tulang dahi, tulang pelipis, tulang ubun-ubun, tulang baji, dan tulang tapis. Tulang dahi, ubun-ubun, dan tengkorak belakang merupakan penutup tulang tengkorak bagian depan, tengah, dan belakang.

Sumber: Human 3D. 2001. *Extensive Human Anatomy and Physiology (Software)*.

Gambar 3.3 Rangka tengkorak manusia tampak samping (a), dan tampak depan (b)

b. Rangka Tubuh

Rangka tubuh disebut juga rangka badan. Rangka tubuh terdiri atas tulang belakang, tulang rusuk, tulang dada, tulang kelangkang, dan tulang panggul.

1) Tulang Belakang (Vertebrae)

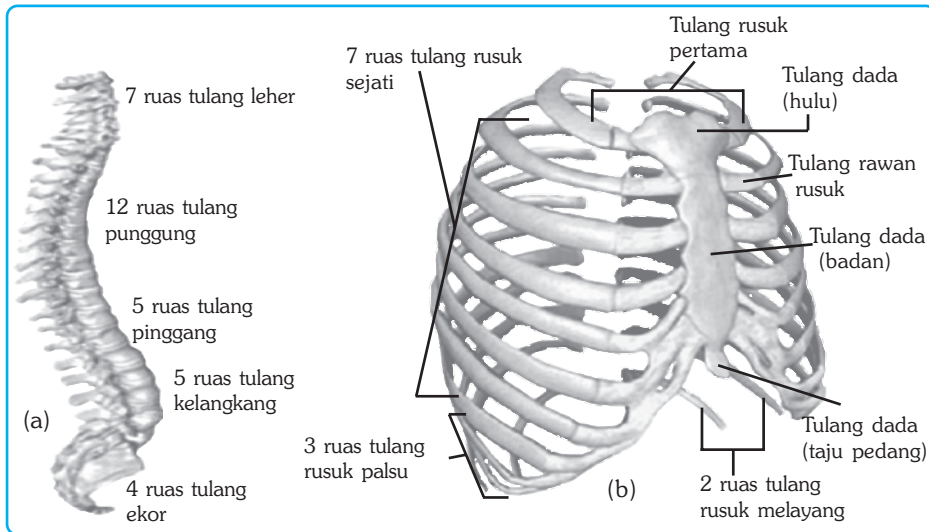
Tulang belakang disebut juga tulang *vertebrae*.Tulang belakang terdiri dari 33 ruas, meliputi 7 ruas tulang leher (*vertebra cervicalis*), 12 ruas tulang punggung (*vertebra dorsalis)*, 5 ruas tulang pinggang (*vertebra lumbalis)*, 5 ruas tulang kelangkang (*os sacrum*), dan 4 tulang ekor (*cocigeus*) yang menyatu.

Tulang belakang merupakan sumbu tubuh dan penyangga rangka tengkorak. Otak yang berada di dalam rangka tengkorak berhubungan langsung dengan sumsum tulang belakang yang mengisi rongga ruas-ruas tulang belakang.

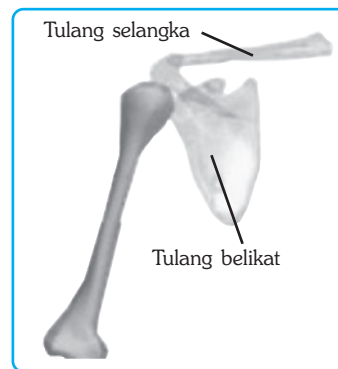
2) Tulang Rusuk (Costae) dan Tulang Dada (Sternum)

Tulang rusuk disebut juga tulang iga atau tulang *costae*. Tulang rusuk adalah tulang yang di bagian depan melekat pada tulang dada dan di bagian belakang melekat pada tulang punggung. Tulang-tulang tersebut membentuk rongga dada yang melindungi jantung dan paru-paru. Tulang rusuk terdiri dari 7 pasang rusuk sejati (*costae verae*), 3 pasang rusuk palsu (*costae spuria*), dan 2 pasang rusuk melayang (*fluctuantes*). Mengapa disebut rusuk sejati, palsu, dan melayang?

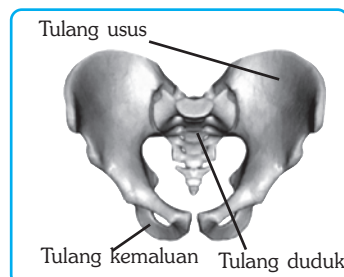
Seperti yang kamu ketahui, tulang rusuk adalah tulang yang dibagian depannya melekat pada tulang dada dan di bagian belakangnya melekat pada tulang punggung, sehingga disebut rusuk sejati, palsu, dan melayang berkaitan dengan tempat melekatnya tersebut. Disebut rusuk sejati karena tulang rusuk ini pada bagian depannya masing-masing melekat pada tulang dada dan bagian belakangnya melekat pada tulang punggung, sedangkan disebut rusuk palsu karena tulang ini pada bagian ujungnya saling menyatu di tulang dada yang lain. Disebut rusuk melayang karena tulang rusuk ini ujungnya tidak melekat di tulang dada sehingga seperti melayang-layang.

Tulang dada disebut juga tulang *sternum*. Tulang ini merupakan tulang pipih. Tulang dada terdiri dari bagian hulu, badan, dan taju pedang.

Gambar 3.4 Tulang belakang (a), tulang dada dan tulang rusuk (b)

3) Tulang Gelang Bahu

Tulang gelang bahu adalah tulang yang terletak dibagian bahu.Tulang gelang bahu terdiri dari sepasang tulang selangka (*clavicula*) dan sepasang tulang belikat (*scapula*). Tulang selangka berfungsi sebagai penahan sendi bahu agar tetap pada posisinya saat melakukan gerakan. Tulang belikat merupakan tulang pipih yang berbentuk segitiga yang berhubungan dengan tulang selangka. Tulang belikat disebut juga paruh gagak.

Gambar 3.5 Tulang gelang bahu

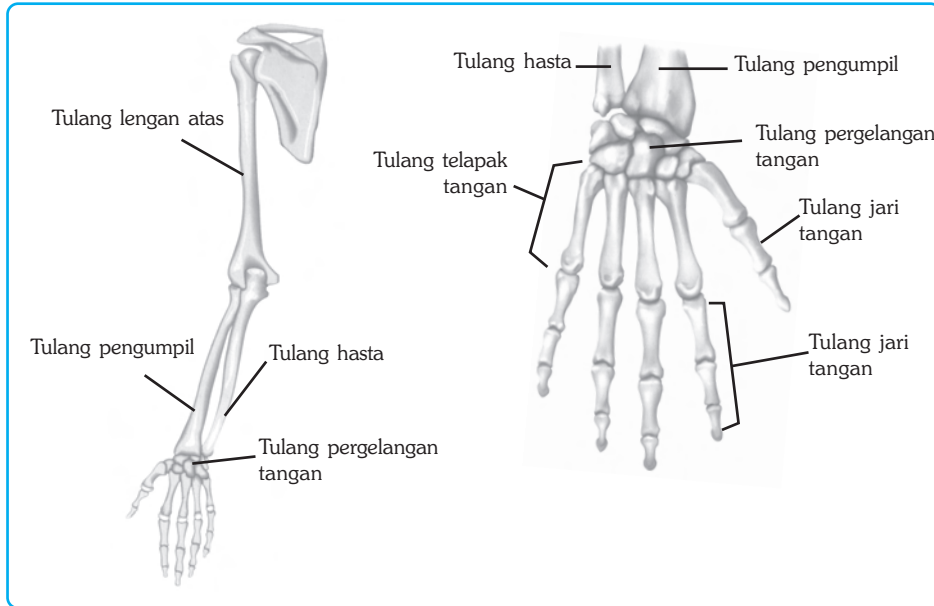
4) Tulang Gelang Panggul

Tulang gelang panggul adalah tulang tubuh bagian bawah yang berhubungan dengan rangka anggota gerak bagian bawah (kaki). Tulang gelang panggul terdiri dari tiga tulang yang menyatu dan membentuk cekungan melingkar. Ketiga tulang itu adalah tulang usus (*os ilium*), tulang duduk (*os ichium*), dan tulang kemaluan (*os pubis*). Perhatikan gambar di samping!

Gambar 3.6 Tulang gelang panggul

c. Rangka Anggota Gerak (Ekstremitas)

Rangka anggota gerak terdiri dari rangka anggota gerak bagian atas (tangan) dan rangka anggota gerak bagian bawah (kaki).

1) Rangka Anggota Gerak Atas

Rangka anggota gerak bagian atas terdiri dari sepasang tangan. Perhatikan tulang-tulang yang menyusun tangan pada gambar berikut ini!

Gambar 3.7 Tulang-tulang penyusun tangan

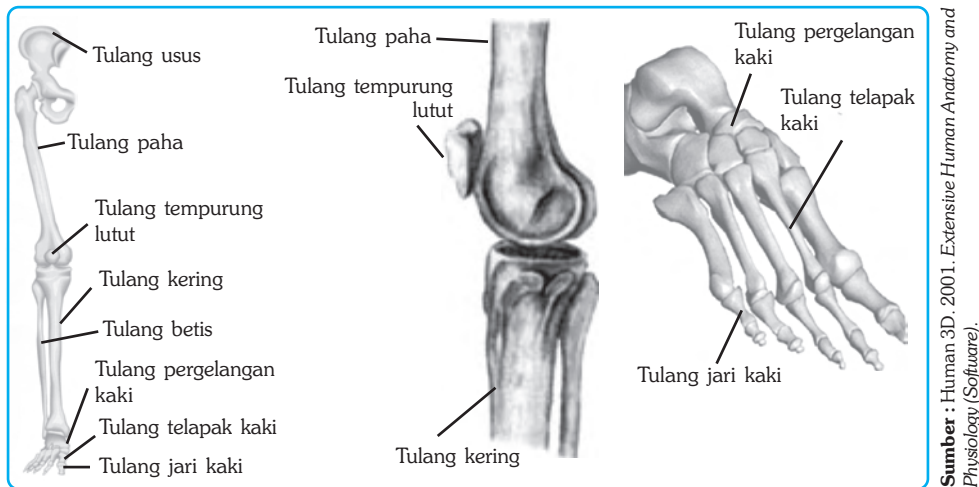
Rangka anggota gerak bagian atas terdiri dari sepasang tangan. Tulang penyusun masing-masing tangan terdiri dari tulang lengan atas (*humerus*), tulang hasta (*ulna*), tulang pengumpil (*radius*), tulang pergelangan tangan (*carpus*), tulang telapak tangan (*metacarpus*), dan tulang jari tangan (*phalanges*). Tahukah kamu letak dari tulang hasta dan tulang pengumpil tersebut?

Tulang hasta adalah tulang yang terletak di bawah siku ke arah jari kelingking, sedangkan tulang pengumpil adalah tulang yang terletak di bawah siku ke arah ibu jari pada telapak tangan.

2) Rangka Anggota Gerak Bagian Bawah

Rangka anggota gerak bagian bawah terdiri dari sepasang kaki (tungkai), yaitu kaki kanan dan kaki kiri. Masing-masing kaki memiliki bagian-bagian dari atas ke bawah, yaitu tulang paha (*femur*), tulang tempurung lutut (*patela*), tulang kering (*tibia*), tulang betis belakang (*fibula*), tulang tumit, tulang pergelangan kaki (*tarsus*), tulang telapak kaki (*metatarsus*), dan tulang jari kaki.

Perhatikan struktur tulang-tulang penyusun kaki pada gambar berikut ini!

Sumber : Human 3D. 2001. *Extensive Human Anatomy and Physiology (Software).*

Gambar 3.8 Tulang-tulang penyusun kaki

Soal Kompetensi

1. Jelaskan fungsi rangka pada tubuh manusia!
2. Jelaskan perbedaan antara rusuk palsu, sejati, dan melayang!
3. Tulang gelang pangul terdiri atas tiga tulang utama, sebutkan ketiga tulang utama tersebut!

4. Bentuk-Bentuk Tulang

Berdasarkan bentuknya, tulang dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu tulang pipa, tulang pipih, dan tulang pendek. Tahukah kamu perbedaan dari ketiga jenis tulang tersebut? Untuk mengetahuinya, pelajarilah uraian berikut!

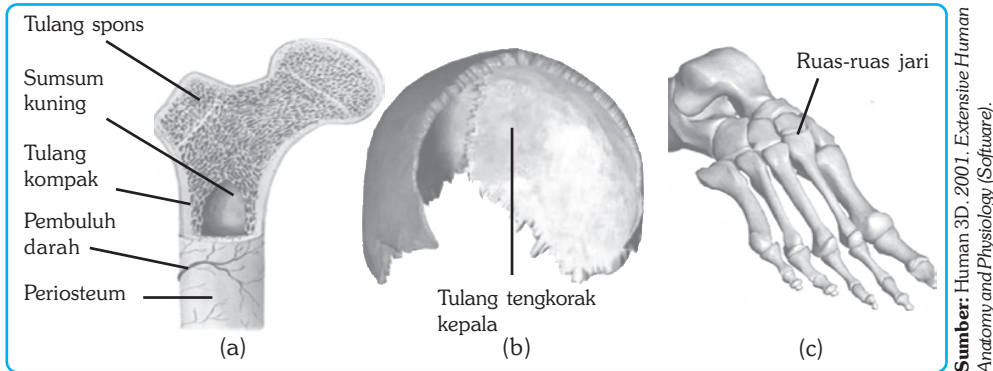
a. Tulang Pipa

Tulang pipa adalah tulang yang berbentuk panjang seperti pipa. Tulang pipa disebut juga tulang panjang. Seperti namanya, tulang pipa berbentuk bulat memanjang seperti pipa dengan bagian ujung berbonggol. Bagian yang berbonggol merupakan tulang spons karena berongga seperti spons.Tulang spons berisi sumsum merah tulang, yaitu tempat memproduksi sel-sel darah merah. Bagian tengah tulang pipa berisi jaringan lemak (sumsum kuning). Beberapa contoh tulang pipa, antara lain tulang paha, tulang kering, tulang betis, dan tulang hasta.

b. Tulang Pipih

Seperti namanya, tulang pipih adalah tulang yang berbentuk pipih atau gepeng. Bagian dalam tulang pipih tidak berongga melainkan pejal. Di bawah bagian tulang kompak (tulang keras) juga terdapat tulang spons yang berisi sumsum merah tulang. Beberapa contoh tulang pipih, antara lain tulang rusuk, tulang tengkorak, tulang dada, dan tulang belikat.

c. Tulang Pendek

Tulang pendek adalah tulang yang pendek dan berisi sumsum merah. Tulang pendek termasuk tulang pejal karena bagian dalamnya tidak berrongga. Tulang pendek umumnya membentuk ruas-ruas tulang. Misalnya, ruas-ruas tulang belakang, ruas-ruas tulang pergelangan tangan, ruas-ruas jari tangan, dan ruas-ruas jari kaki. Perhatikan bentuk-bentuk tulang berikut ini!

Gambar 3.9 Contoh Tulang Pipa (a), Tulang Pipih (b), dan Tulang Pendek (c)

5. Tulang Rawan dan Tulang Keras

Berdasarkan jaringan penyusunnya, tulang dapat dibedakan menjadi tulang rawan dan tulang keras. Tulang rawan adalah tulang yang terbentuk dari jaringan tulang rawan yang banyak mengandung zat perekat (*kolagen*) dan sedikit zat kapurnya, sehingga bersifat lentur atau elastis. Tulang rawan banyak dijumpai pada persendian, telinga, hidung, bagian dalam trakea, dan ruas-ruas tulang belakang. Tulang rawan dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu tulang rawan *hialin*, tulang rawan *fibrosa*, dan tulang rawan *elastik*.

Tulang yang lain, yaitu tulang keras. Tulang keras adalah tulang yang terbentuk dari jaringan tulang keras. Tulang keras mengandung sedikit zat perekat (kolagen) dan banyak mengandung zat kapur, sehingga tulang menjadi keras. Di dalam susunan sel-sel tulang terdapat saluran *Havers* dan sel-sel tulang (*osteosit*) yang tersusun seperti lingkaran berlapis-lapis.

6. Hubungan Antartulang

Hubungan antara satu tulang dengan tulang yang lain yang baik terjadi gerakan atau tidak disebut *sendi*. Sebagian besar persendian memungkinkan tulang yang membentuk persendian bergerak. Gerakan sendi juga ditopang oleh susunan sendi. Menurut sifat geraknya, sendi dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu sendi mati, sendi kaku, dan sendi gerak.

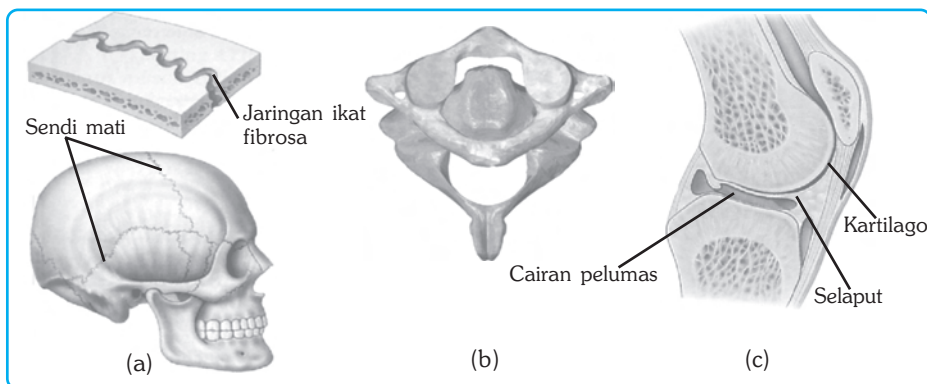
a. Sendi Mati (Sinartrosis)

Sendi mati disebut juga *sinartrosis*. Sendi mati adalah sendi atau hubungan antartulang yang tidak memungkinkan terjadinya gerakan. Contohnya persendian tulang-tulang yang menyusun tengkorak. Tulang-tulang tengkorak tersebut direkatkan oleh sedikit jaringan ikat.

b. Sendi Kaku (Amfiartrosis)

Sendi kaku disebut juga *amfiartrosis*. Sendi kaku adalah persendian atau hubungan antartulang yang memungkinkan terjadinya gerakan, namun gerakannya terbatas atau hanya sedikit gerakan. Contoh sendi kaku adalah persendian pada tulang-tulang pergelangan tangan, pergelangan kaki, dan ruas-ruas tulang belakang. Persendian pada tulang belakang direkatkan oleh tulang rawan. Tulang rawan pada cakram atau landasan juga berfungsi sebagai penahan getaran.

c. Sendi Gerak (Diartrosis)

Sendi gerak disebut juga *diartrosis*. Sendi gerak adalah persendian yang memungkinkan dua tulang bergerak leluasa. Persendian ini ditopang oleh ligamen yang mengikat tulang agar dapat bergerak bebas. Masing-masing ujung tulang yang saling bersambungan dilapisi oleh tulang rawan. Tulang rawan tersebut dilengkapi dengan selaput antartulang yang berisi cairan pelumas. Cairan pelumas berfungsi mencegah terjadinya gesekan langsung antartulang. Perhatikan macam-macam sendi berikut ini!

Gambar 3.10 Contoh Sendi Mati (a), Sendi Kaku (b), dan Sendi Gerak (c)

Berdasarkan arah geraknya, sendi gerak dapat dibedakan menjadi empat, yaitu sendi peluru, sendi engsel, sendi pelana, dan sendi putar. Tahukah kamu perbedaan dari keempat sendi tersebut?

1) Sendi Peluru

Sendi peluru adalah sendi yang memungkinkan gerakan ke segala penjuru. Ujung tulang yang bergerak berupa bonggol bulat yang masuk ke dalam ujung tulang tetap yang berbentuk cekungan. Contohnya, sendi pada pangkal lengan.

2) Sendi Engsel

Sendi engsel adalah sendi yang memungkinkan gerakan seperti engsel pintu, yaitu membuka dan menutup (gerakan ke satu arah). Contohnya, sendi pada siku dan lutut.

3) Sendi Pelana

Sendi pelana adalah sendi yang memungkinkan gerakan seperti orang naik kuda, yaitu ke depan, ke belakang, ke kanan, dan ke kiri. Contohnya, sendi pada ibu jari.

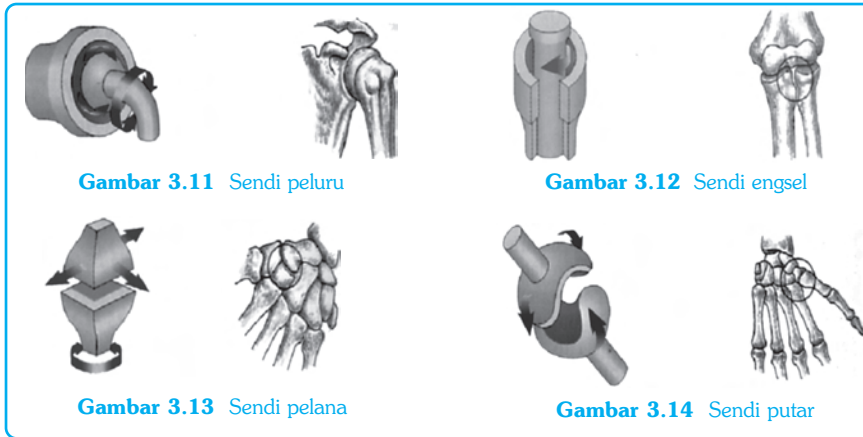
4) Sendi Putar

Sendi putar adalah sendi yang memungkinkan gerakan memutar. Contohnya, sendi yang terdapat pada tulang pengumpil dan tulang hasta.

Gambar 3.11 Sendi peluru

Gambar 3.12 Sendi engsel

Gambar 3.13 Sendi pelana

Gambar 3.14 Sendi putar

Sumber: Human 3D. 2001 *Extensive Human Anatomy and Physiology (Software).*

Kegiatan

Zat-Zat Penyusun Tulang

A. Tujuan

Kamu dapat mengetahui zat-zat penyusun tulang.

B. Alat dan Bahan

Gelas kimia 4 buah, pinset, batu kapur atau batu pualam, tulang hewan yang bersih dan kering, HCL 15 %, dan air.

C. Langkah Kerja

1. Siapkan 4 buah gelas kimia yang bersih dan berilah label A, B, C, D!
2. Gelas A dan B diisi dengan air sedangkan gelas C dan D diisi dengan HCL 15%!
3. Ke dalam gelas kimia tersebut masukkan batu kapur pada gelas A dan C, dan sepotong tulang pada gelas B dan D!
4. Amatilah apa yang terjadi pada benda-benda yang dimasukkan dalam gelas kimia tersebut. Adakah gelembung-gelembung yang terbentuk?
5. Masukkan hasil pengamatanmu dalam tabel pengamatan yang telah kamu buat sendiri di buku tugasmu!

D. Pertanyaan

1. Bandingkan hasil kegiatanmu dan bagaimana hasil akhirnya?
2. Apa pendapatmu tentang gelas A dibanding gelas B?
3. Apa pendapatmu tentang gelas B dibanding gelas D?
4. Bagian tulang apakah yang larut dalam HCL?
5. Zat apakah yang tersisa pada tulang yang direndam HCL?
6. Kesimpulan apa yang kamu peroleh dari kegiatan ini?

   Ket: batu kapur + HCL $\longrightarrow$ endapan kapur + H_2O + CO_2

Soal Kompetensi

1. Berdasarkan bentuknya, tulang dapat dibedakan menjadi tiga. Sebutkan dan berikan contoh ketiga tulang tersebut!
2. Jelaskan perbedaan antara tulang rawan dan tulang keras!

B. Sistem Otot

Otot merupakan alat gerak aktif bagi tubuh manusia. Salah satu ciri utama otot adalah memiliki kemampuan berkontraksi. Semua gerakan yang lembut hingga gerakan yang memerlukan energi besar adalah akibat kontraksi otot yang bekerja pada tulang.

1. Macam-Macam Otot

Otot adalah suatu organ yang dapat berkontraksi (memendek) dan kembali ke kondisi semula. Otot secara umum dikelompokkan menjadi tiga, yaitu otot rangka, otot jantung, dan otot polos.

a. Otot Rangka

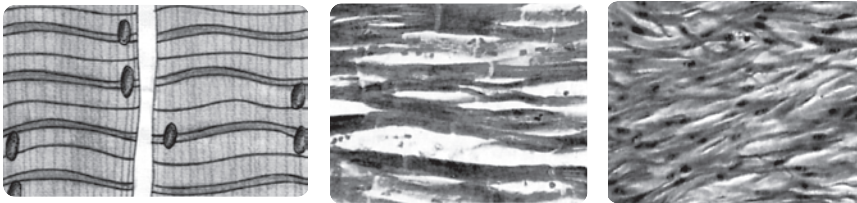
Otot rangka adalah otot yang sel-selnya berbentuk memanjang. Otot rangka mempunyai banyak inti yang terletak di pinggir dan mempunyai garis gelap terang yang merupakan sejenis protein, yaitu *miosin* dan *aktin* sehingga otot rangka disebut juga otot lurik. Kontraksi otot rangka dapat dikendalikan berdasarkan kemauan kita atau bekerja sesuai kehendak, oleh karena itu otot rangka disebut *otot sadar*.

Otot rangka reaksi terhadap rangsangnya sangat cepat sehingga cepat lelah. Otot rangka disebut juga otot seran lintang. Otot ini banyak terdapat pada otot lengan, otot dada, dan otot leher. Otot yang lain, yaitu otot jantung dan otot polos.

b. Otot Jantung

Sesuai namanya, otot jantung adalah otot yang banyak terdapat pada jantung. Otot jantung adalah otot yang sel-selnya berbentuk memanjang, dengan inti yang terletak di tengah, dan biasanya terdapat garis gelap terang. Otot jantung bekerja di luar kesadaran sehingga termasuk otot tak sadar. Otot jantung mempunyai gerakan yang teratur dan tidak cepat lelah.

c. Otot Polos

Otot polos adalah otot yang sel-selnya polos, berbentuk gelendong, dan masing-masing sel berinti satu. Otot polos bekerja di luar kehendak sehingga termasuk otot tak sadar. Otot polos reaksi terhadap rangsangan sangat lambat sehingga tidak mudah lelah. Otot polos banyak terdapat pada usus, alat pencernaan, dan pembuluh darah. Perhatikan gambar berikut!

Sumber: Human 3D. *Extensive Human Anatomy and Physiology (Software).*

Gambar 3.15 Struktur otot rangka, otot jantung, dan otot polos

2. Cara Kerja Otot

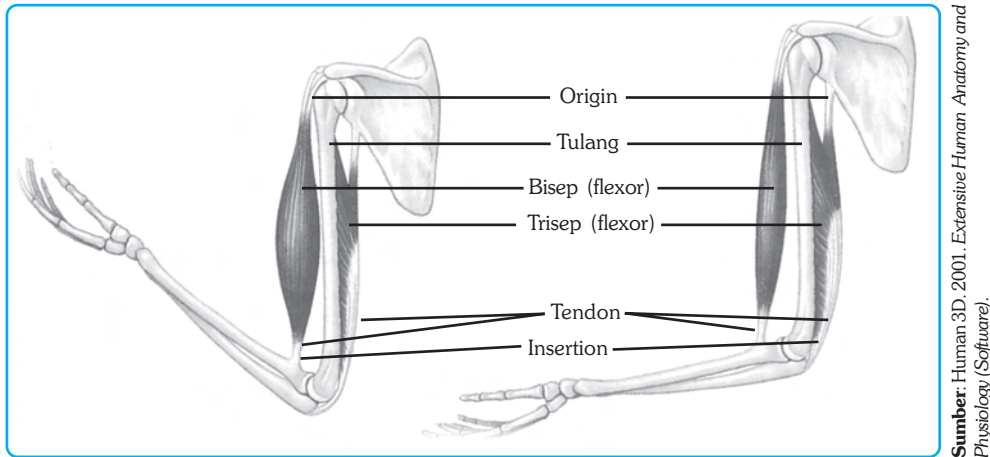
Kontraksi otot berawal ketika terdapat impuls saraf yang sampai di otot. Jika suatu serabut saraf mendapatkan rangsangan, maka serabut otot akan mereaksi semuanya atau tidak sama sekali, artinya otot berkontraksi atau tidak berkontraksi. Bagaimana seseorang dapat mengangkat benda yang beratnya melebihi berat tubuhnya sendiri, tetapi pada saat yang lain dia dapat melakukan gerakan lembut memberikan uang pecahan pada seorang peminta-minta? Tenaga yang digunakan untuk berkontraksi ditentukan oleh banyaknya serabut yang dirangsang. Makin banyak serabut yang terlibat, makin besar tenaga yang dihasilkan.

Jika suatu otot rangka berkontraksi, maka otot itu menarik tulang di dekat persendian. Otot berkontraksi artinya memendek, maka bagian tengahnya akan menggembung dan mengeras. Sebaliknya, jika otot berelaksasi, maka otot akan memanjang, bagian tengahnya akan memipih dan melembek.

Coba angkat tanganmu ke atas dengan kepalan mengarah ke bahu, rabalah bagian depan lengan atasmu, kemudia turunkan tangan ke bawah, dan rabalah di tempat yang sama! Apakah kamu melihat perbedaannya? Otot yang baru saja kamu raba itu adalah otot bisep. Otot bisep adalah otot yang mempunyai dua ujung yang melekat pada tulang. Pada otot bisep lengan atas, ujung otot yang satu dihubungkan ke lengan bawah oleh tendon, sedangkan ujung lainnya ke tulang bahu. Ketika otot bisep berkontraksi, maka lengan bawah akan terangkat, sedangkan tulang bahu tetap di tempatnya. Tempat melekatnya otot

pada tulang yang bergerak, yaitu tulang lengan bawah, disebut *insersi*. Sedangkan tempat melekatnya otot yang diam, yaitu tulang bahu, disebut asal atau origin.

Sebagian besar otot berpasangan, bekerja secara berlawanan. Pada pasangan otot, jika otot satu mengangkat suatu tulang, maka otot lain berfungsi menurunkannya.

Sumber: Human 3D. 2001. *Extensive Human Anatomy and Physiology (Software).*

Gambar 3.16 Otot antagonis

Pasangan otot yang berkerja secara berlawanan disebut antagonis. Misalnya, misalnya otot bisep (mempunyai dua buah ujung yang melekat di tulang) membengkokkan tangan, maka otot trisep (mempunyai tiga buah ujung yang melekat di tulang) pada bagian belakang menurunkan meluruskan tangan.

Tokoh

Niels Stensen (1638-1686)

Niels Stensen adalah seorang ilmuwan besar berkebangsaan Denmark. Ia selama menjadi mahasiswa di Copenhagen, Amsterdam, dan Leiden, banyak sekali melakukan penelitian-penelitian mikroskopis mengenai otot. Dari hasil penelitiannya, ia menyadari bahwa kontraksi otot disebabkan oleh pemendekan bersama ribuan serabut-serabut tipis dan kecil yang tersusun dalam tiap otot yang utuh. Di samping ahli dalam anatomi manusia, Niels Stensen juga dikenal sebagai bapak ilmu Geologi.

Sumber: Jendela Iptek Tubuh Manusia, 2006.

Soal Kompetensi

1. Bagaimanakah otot yang bekerja pada tulang?
2. Apakah yang dimaksud otot-otot antagonis?

C. Penyakit dan Gangguan Tulang dan Otot

1. Osteoathritis

Osteoarthritis adalah penyakit penurunan fungsi tulang pada persendian karena aus. Setiap kali kamu bergerak, setidaknya ada satu persendian yang digunakan, oleh karena itu, seringkali terjadi masalah pada persendian. Seperti kamu ketahui, bahwa ujung tulang persendian tersusun atas kartilago. Ketika kartilago hilang, maka tulang-tulang keras saling bersentuhan dan saling menggesek satu sama lain. Ketika digerakkan, singgungan antartulang menyebabkan rasa ngilu dan tidak nyaman. Umumnya osteoarthritis terjadi pada usia di atas empat puluh tahun, terutama pada orang yang badannya gemuk. Osteoathritis jarang berkembang menjadi penyakit yang akut.

2. Rheumatoid Arthritis

Rheumatoid arthitis adalah gangguan yang disebabkan oleh peradangan pada membran sinovial. Radang itu dapat meluas sampai ke katilago artikular (kartilago yang melapisi persendian). Jika penyakit ini memburuk dapat menyebabkan kerusakan tulang, bahkan persendian dapat terlepas. Penyakit ini dapat menimbulkan rasa sakit yang sangat dan kerusakan yang diakibatkannya dapat bersifat permanen. Penyakit ini juga tidak dapat disembuhkan, dalam arti, tidak dapat pulih seperti sediakala. Pengobatan umumnya hanya untuk menghilangkan rasa sakit.

3. Kelainan Tulang Akibat Hormonal

Tulang tumbuh memanjang karena rangsangan hormon pertumbuhan, terutama hormon tiroksin. Tiroksin merangsang metabolisme kalsium yang menyebabkan ujung tulang pipa (*epifiseal*) tumbuh memanjang. Jika produksi hormon kurang, maka akan mempengaruhi pertumbuhan sehingga tulang tetap pendek. Keadaan ini menyebabkan pertumbuhan tinggi badan terhambat atau kerdil. Kelainan ini disebut juga *kretinisme*.

Jika produksi hormon berlebihan, pemanjangan tulang juga di luar normal sehingga lebih panjang daripada sewajarnya. Pemanjangan tulang yang tidak normal ini menyebabkan tubuh tumbuh raksaksa atau yang disebut *gigantisme*. Kelainan tulang akibat hormonal sulit diatasi dan tidak dapat disembuhkan.

4. Gangguan Tulang Akibat Kekurangan Mineral Kalsium

Tulang merupakan tempat menyimpan mineral penting, antara lain kalsium. Jika kelebihan kalsium, maka kalsium akan disimpan di dalam tulang. Sebaliknya, jika tubuh kekurangan kalsium, maka kekurangan itu akan dicukupi dengan kalsium yang disimpan di dalam tulang. Jika kebutuhan lebih banyak dari pasokan, maka tulang akan kekurangan kalsium. Keadaan ini menyebakan tulang keropos atau yang disebut *osteoporosis*.

Konsumsi kalsium dalam jumlah yang cukup dapat mengatasi gangguan ini, terutama pada usia tua serta ibu mengandung dan menyusui. Kalsium terdapat dalam berbagai bahan makanan, seperti ikan, susu, daging, dan sebagainya

5. Sakit Tulang Akibat Benturan

Benturan benda keras, misalnya terjatuh atau kecelakaan lalu lintas, dapat menyebabkan retak tulang atau patah tulang. Keretakan yang tidak menyebabkan tulang terputus disebut *fisura*, sedangkan jika menyebablan tulang teputus disebut *fraktura*. Retak tulang dapat disembuhkan dengan mengklem kembali sehingga bagian-bagian yang retak dapat menyatu. Sedangkan untuk menyambung tulang kembali yang patah terkadang perlu operasi dan pemberian pelat platina untuk menyatukan kembali tulang yang patah.

Pada anak-anak dan usia muda, merekatkan kembali tulang yang retak atau menyambung kembali tulang yang patah dapat dilakukan dengan mudah dibandingkan dengan peristiwa yang sama pada usia lanjut atau tua. Pada usia muda tulang masih banyak mengandung kolagen. Sedangkan pada usia lanjut, tulang lebih banyak mengandung matriks dan hanya sedikit mengandung kolagen

6. Kelainan Tulang Akibat Kebiasaan Sikap Duduk

Kebiasaan duduk yang salah dapat menyebabkan tulang belakang tumbuh sesuai dengan kebiasaan sikap duduknya. Jika kebiasaan duduk terlalu banyak membungkuk, maka tulang belakang akan tumbuh bengkok ke depan atau bungkuk. Kelainan ini disebut *kifosis*. Sebaliknya, membengkok ke belakang disebut *lordosis*. Sedangkan kelainan yang cenderung membengkok ke samping, disebut *skoliosis*. Membiasakan duduk tegak dan proporsional dapat mengatasi kelainan tulang ini, terutama pada masa-masa pertumbuhan.

Gambar 3.17 Kelainan tulang lordosis, skoliosis, dan kifosis.

Soal Kompetensi

1. Apakah yang disebut dengan kelainan tulang?
2. Sebutkan kelainan-kelainan tulang akibat sikap duduk yang salah!

Ilmuwan Kecil

Pergilah ke puskesmas atau rumah sakit terdekat untuk mengetahui jenis-jenis tulang manakah yang sering patah atau retak? Mintalah pula keterangan cara perawatan tulang yang baik dan benar. Dari hasil kegiatanmu tersebut kemudian tulis hasilnya dalam buku tugas, kemudian presentasikan di depan kelas atau kumpulkan sebagai bahan evaluasi guru!

Rangkuman

1. Manusia memiliki sistem rangka dalam (endoskeleton), kulit lentur, persendian antartulang, tumpuan tulang berupa kartilago, dan pengikat tulang (ligamen) yang liat yang memungkinkan dapat bergerak bebas.
2. Bahan penyusun tulang terdiri dari bahan matriks, yaitu kolagen yang memberi sifat lentur, serta kalsium karbonat dan kalsium fosfat yang memberi sifat keras dan kuat.
3. Fungsi tulang antara lain menegakkan badan, memberi bentuk tubuh, tempat melekatnya otot, tempat metabolisme zat-zat penting, tempat memproduksi sel-sel darah merah dan sel-sel darah putih, serta sebagai alat gerak.
4. Susunan sel-sel tulang melingkar-lingkar mengelilingi suatu saluran yang disebut sistem havers. Di dalam sistem havers terdapat saluran havers yang berisi pembuluh darah dan serabut saraf.
5. Hubungan tulang disebut sendi. Menurut kemampuan geraknya dibedakan menjadi tiga, sendi mati, sendi kaku dan sendi gerak. Sendi gerak dapat dibedakan menjadi sendi peluru, sendi engsel, sendi pelana, dan sendi putar.
6. Tulang digerakkan oleh otot tulang. Salah satu ciri otot adalah kemampuannya berkontraksi atau memendek sehingga menarik tulang di dekat persendian. Untuk menggerakkan tulang perlu kerja sama otot. Otot yang kerjanya berlawanan disebut antagonis, sedangkan yang otot-otot yang kerjanya bersama-sama menggerakkan tulang disebut sinergis.
7. Perbedaan antara tulang keras dan kartilago adalah pada matriks penyusun tulang. Tulag keras lebih banyak mengandung kalsium fosfat dan kalsium karbonat serta sedikit mengandung kolagen, sedangkan tulang rawan sebaliknya.
8. Otot dibedakan menjadi tiga, yaitu otot lurik atau otot tulang, otot jantung, dan otot polos.
9. Beberapa kelainan tulang dan otot yang menyebabkan kesulitan gerak antara lain osteoporosis, osteoathritis, reumatoid athritis, dan kelainan akibat sikap duduk yang salah.

Bedah Arthroskopik

Sampai sekarang, seseorang yang mengalami luka pada tendon, ligamen, atau kartilago harus mengalami operasi bedah serius untuk menyembuhkan lukanya. Bagi orang yang bekerja menggunakan ototnya, seorang atlit misalnya, maka hal itu berarti istirahat total selama berminggu-minggu, bahkan mungkin beberapa bulan tanpa dapat melakukan aktivitas, latihan, atau mengikuti pertandingan.

Ilmu kedokteran modern, terutama dalam bidang pemanfaatan benang optik (*optic fiber*) dan instrumentasi kedokteran telah menemukan alat bedah baru yang disebut *Bedah Arthroskopik*. Tidak seperti bedah pada umumnya, bedah arthroskopik hanya memerlukan sedikit bukaan luka (*insisi*).

Pembedahan arthoskopik dapat dilakukan hanya pada daerah yang luka tanpa melukai jaringan di sekitarnya. Luka lutut, misalnya sangat cocok untuk menggunakan jenis bedah ini. Banyak luka lutut disebabkan oleh jaringan kartilago yang robek atau karena adanya jaringan lain yang menyelip sehingga mengganggu fungsi persendian.

Dalam bedah arthroskopik, dokter hanya membuat insisi kecil untuk melihat daerah yang terluka. Dokter juga memasukkan sinar fiber optik untuk menyinari jaringan yang terluka. Melalui sistem cermin, bayangan dipantulkan lewat lensa khusus kemudian diproyeksikan ke layar.

Dengan demikian, dokter mengetahui daerah yang luka dan dapat melakukan tindakan untuk memperbaiki jaringan yang luka. Dokter juga dapat memasukkan alat pemotong kecil dan dengan menggunakan tabung penghisap untuk mengeluarkan potongan keluar dari tubuh. Ketika telah selesai, dokter mengeluarkan alat bedahnya dan menutup luka dengan semacam perekat.

Kelebihan bedah arthroskopik ini, yaitu dapat dilakukan dengan cepat tanpa harus melalui rawat inap. Di samping itu, dalam bedah ini hanya diperlukan pembiusan lokal. Hal ini menguntungkan karena dapat mengindari efek samping dari pembiusan total. Penyembuhan melalui bedah arthroskopik biasanya berlangsung singkat, karena tidak memerlukan pembedahan yang luas dan tidak banyak jaringan rusak yang memerlukan pemulihan.

Sumber: Albert Towle (1989) Modern Biology, Holt, Rinehart and Winston, Austin, Texas.

Pelatihan

A. *Pilihlah jawaban yang benar dengan menuliskan huruf a, b, c, atau d di buku tugasmu!*

1. Di bawah ini yang bukan merupakan fungsi rangka adalah ....
   a. menopang tegaknya tubuh
   b. melindungi organ vital tubuh
   c. sebagai alat gerak
   d. menjaga suhu tubuh
2. Tujuh pasang tulang rusuk sejati melekat pada tulang dada, yakni pada bagian ..
   a. hulu dan taju pedang
   b. badan dan taju pedang
   c. badan
   d. hulu
3. Sendi yang memungkinkan gerakan ke segala arah seperti pada lengan tangan disebut sendi ....
   a. sendi engsel
   b. sendi peluru
   c. sendi pelana
   d. sendi putar
4. Berdasarkan bentuknya tulang dibagi menjadi tulang pipa, tulang pipih, dan tulang pendek. Tulang-tulang berikut ini yang termasuk tulang pipa adalah...
   a. tulang paha, tulang kering, dan tulang betis
   b. tulang rusuk, tulang dada, dan tulang tengkorak
   c. tulang paha, tulang dada, dan tulang rusuk
   d. tulang hasta, tulang belakang, dan tulang betis
5. Tulang gelang panggul terdiri atas .....
   a. sepasang tulang selangka dan sepasang tulang belikat
   b. sepasang tulang usus, tulang duduk, dan tulang kemaluan
   c. sepasang tulang usus dan sepasang tulang belikat
   d. sepasang tulang selangka, tulang usus, dan tulang duduk
6. Berdasarkan proses terbentuknya, tulang dibedakan menjadi tulang rawan dan tulang keras. Berikut ini ciri-ciri tulang rawan yang tepat adalah ....
   a. kaya akan zat perekat (kolagen) dan sedikit zat kapur
   b. kaya akan zat kapur dan sedikit zat perekat (kolagen)
   c. kaya akan zat kapur dan zat perekat (kolagen)
   d. sedikit zat kapur dan zat perekat (kolagen)
7. Kelainan tulang yang ditunjukkan oleh gambar di samping disebut...
   a. lordosis
   b. kifosis
   c. skoliosis
   d. sinergis

8. Proses pembentukan tulang disebut .....
   a. artikulasi
   b. insersi
   c. osifikasi
   d. tendon

9. Keistimewaan otot jantung berikut yang tepat adalah .....
   a. disusun oleh otot serat lintang dan bekerja secara sadar
   b. sel-selnya berbentuk gelendong dan termasuk otot sadar
   c. terdiri atas sel-sel otot lurik dan bekerja seperti otot polos
   d. sel otot berbentuk silindris dan tidak memiliki serat lintang
10. Kerja otot biseps dan triseps dapat berlawanan. Jika kedua otot tersebut kerjanya saling membantu (searah) disebut ....
   a. antagonis
   b. statis
   c. sinergis
   d. sinartrosis

B. Kerjakanlah soal-soal berikut di buku tugasmu!

1. Apa perbedaan antara tulang rawan dengan tulang keras?
2. Sebutkan macam-macam tulang berdasarkan bentuknya dan berikan contohnya masing-masing!
3. Apakah yang dimaksud dengan hubungan antartulang? Sebutkan contohnya!
4. Sebutkan macam-macam otot dan ciri-cirinya!
5. Sebutkan beberapa kelainan dan penyakit pada otot!

Refleksi

Mengamati Kontraksi Otot

Dalam kegiatan ini kamu akan mengukur tekanan dan tingkat kelelahan otot. Untuk itu kamu memerlukan alat, antara lain meteran kain, bola tenis atau sejenisnya, dan stopwatch atau arloji biasa. Kemudian lakukan kegiatan sebagai berikut!

1. Lakukan berpasangan dalam kelompok. Masing-masing harus melakukan kegiatan ini secara bergantian. Catatlah dalam setiap kegiatan kontraksi otot biseps (bagian depan lengan atas) atau triseps (bagian belakang lengan atas) dengan cara meraba kekerasannya. Catatlah hasil pengamatanmu dari kegiatan di bawah ini dalam tabel!
   a. Duduklah dengan santai dengan kedua tangan di atas meja, telungkupkan tapak tangan menghadap meja!
   b. Duduklah dengan santai dengan kedua tangan di atas meja, tengadahkan tapak tangan menghadap ke atas!
   c. Duduklah dengan santai, tumpukan beban badan pada tangan dengan telapak menghadap ke atas!
   d. Berdirilah dengan tegak dan biarkan kedua tangamu menggantung!
   e. Berdiri dengan tegak kemudian topanglah berat tubuh dengan satu tangan pada satu sisi!

Jenis Gerakan	Otot yang berkontraksi		Tingkat Kontraksi		
	Biseps	Triseps	Kuat	Sedang	Lemah
1. a	Lengan atas bagian depan	Lengan atas bagian belakang			
2. b					
3. c					
4. d					
5. e					

2. Sekarang gantian untuk melakukan kegiatan berikut. Catatlah tingkat kontraksi otot *gastronemius* (otot pada betis)!
   a. Duduklah dengan santai di tepi kursi dengan kedua kaki di atas lantai!
   b. Duduklah di tepi kursi dengan kaki berjuntai!
   c. Berdiri tegak dengan kedua kaki rapat satu dengan yang lain.
   d. Berdiri tegak dengan kaki rileks.

   Catat hasil pengamatanmu seperti tabel di atas!
3. Letakkan tanganmu di atas otot *masseter* (otot yang menggerakkan rahang bawah). Lakukan gerakan merapatkan gigi dengan menekan ke atas! Bedakan dengan ketika merenggangkan gigi. Bandingkan otot yang berkontraksi dan yang berelaksi! Pada saat apa otot masseter berkontraksi?

Pertanyaan

1. Bagaimana kamu mengetahui bahwa suatu otot sedang berkontraksi? Apakah ciri-cirinya?
2. Dapatkan otot berkontraksi secara terus menerus tanpa istirahat?
3. Apakah yang kamu rasakan jika kamu melakukan kegiatan tunggal dalam jangka waktu yang lama?
4. Apakah perlunya orang beristirahat setelah bekerja keras?

Bab IV SISTEM PENCERNAAN PADA MANUSIA

Tujuan Pembelajaran

Kamu dapat mendeskripsikan sistem pencernaan pada manusia dan hubungannya dengan kesehatan.

Peta Konsep

Kata Kunci

- Karbohidrat
- Monosakarida
- Duodenum
- Vitamin
- ASI
- Gerak Peristaltik
- Pankreas
- Kerongkongan
- Rektum
- Pencernaan
- Apendiks
- Sembelit

Dapatkah kamu menyebutkan makanan apa saja yang kamu makan setiap harinya? Apakah semua makanan mempunyai kandungan unsur-unsur yang sama?

Gambar 4.1 Komponen dasar makanan dan fungsinya

Semua makanan pada dasarnya mempunyai bahan dasar yang sama, yaitu karbohidrat, protein, vitamin, mineral, lemak, dan air. Bahan-bahan dasar itu disebut zat makanan atau gizi. Semua bahan-bahan itu diperlukan tubuh agar dapat tumbuh dan berfungsi sebagaimana mestinya.

Dalam bab ini kamu akan mempelajari tentang zat makanan dan bagaimana zat-zat itu diserap tubuh sehingga menghasilkan energi untuk kehidupan.

A. Sumber-Sumber Makanan dan Manfaatnya

Mengapa kita perlu makan? Jenis makanan apa sajakah yang kamu makan setiap harinya? Bahan dasar makanan atau yang disebut gizi secara umum dibedakan menjadi dua, yaitu zat makanan organik dan zat makanan anorganik. Zat makanan organik adalah zat makanan yang hanya dapat dihasilkan oleh organisme, meliputi karbohidrat, protein, lemak, dan vitamin, sedangkan air dan mineral disebut zat makanan anorganik, karena tidak dibuat di dalam tubuh makhluk hidup.

Karbohidrat, lemak, dan protein dibutuhkan dalam jumlah yang cukup banyak dan disebut *makronutrien*. Vitamin dan mineral hanya dibutuhkan dalam jumlah yang sedikit atau disebut *mikronutrien.* Pada umumnya makanan tidak mengandung semua unsur di atas. Terkadang makanan hanya mengandung satu atau dua zat makanan. Menurut kandungan gizinya, makanan dikelompokkan dalam empat sehat lima sempurna yang terdiri dari (1) makanan pokok, (2) sayur mayur, (3) lauk pauk, (4) buah, dan (5) susu.

1. Karbohidrat

Karbohidrat adalah senyawa yang terdiri dari unsur karbon (C), hidrogen (H), dan oksigen (O). Karbohidrat merupakan penghasil energi paling banyak bagi tubuh, karena mengandung gula yang dengan mudah dapat diubah menjadi energi. Sementara protein dan lemak harus melalui beberapa proses kimia sebelum dapat menghasilkan energi.

Beberapa jenis gula terdapat dalam karbohidrat yang sering kita makan, misalnya gula buah (*fruktosa*) dan gula madu (*glukosa*). Kedua jenis gula tersebut merupakan gula sederhana. Gula sederhana dapat langsung diserap dalam aliran darah. Gula yang lebih kompleks misalnya terdapat pada tepung yang menjadi

bahan makanan utama penduduk bumi seperti beras, jagung, gandum, dan umbi. Gula kompleks tidak dapat langsung dicerna oleh tubuh. Tubuh kita dapat mencerna gula kompleks dengan bantuan enzim dengan merubahnya terlebih dahulu menjadi gula sederhana. Jenis gula yang tidak dapat dipecah oleh tubuh kita adalah selulosa yang banyak terdapat pada sayur-mayur. Meskipun demikian, selulosa merupakan bahan makanan penting karena menghasilkan serat yang sangat membantu dalam pencernaan.

2. Protein

Protein adalah senyawa kimia yang terdiri dari unsur karbon (C), hidrogen (H), oksigen (O), nitrogen (N), dan terkadang juga sulfur (S). Sebagian besar zat yang menyusun sel-sel tubuh hewan adalah protein. Fungsi protein terutama untuk membangun tubuh dan memperbaiki jaringan yang rusak. Beberapa protein berbentuk enzim yang berfungsi sebagai katalisator yang mempercepat ribuan reaksi kimia yang berbeda-beda di dalam tubuh kita.

Protein terdiri dari rantai panjang asam amino. Tubuh kita memerlukan 20 macam asam amino untuk membentuk protein yang diperlukan. Namun, tidak semua asam amino yang dibutuhkan dapat dihasilkan oleh tubuh. Asam amino yang dapat dihasilkan oleh tubuh disebut asam amino *nonesensial*, sedangkan asam amino yang harus diperoleh dari makanan disebut asam amino *esensial*.

Protein hewani mengandung semua asam amino esensial, seperti daging, susu, telur, ikan, dan produk turunannya, seperti mentega, keju, yoghurt, dan skim. Protein nabati seperti kacang-kacangan, sayuran, dan buah tidak mengandung semua asam amino esensial.

Kelebihan protein tidak dapat disimpan dalam tubuh dan akan dibuang bersama-sama dengan feses dan urine. Kekurangan protein dapat menyebabkan gangguan kesehatan serius, terutama pada masa anak-anak. Penyakit yang disebabkan oleh kekurangan protein dapat dibedakan menjadi dua, yaitu konsumsi protein kurang dari yang diperlukan yang menyebabkan penyakit *kwasiokor;* dan kekurangan protein karena protein yang dikonsumsi digunakan untuk sumber energi yang menyebabkan *marasmus* atau KPK (Kurang Protein dan Kalori).

3. Lemak

Lemak adalah molekul organik yang berfungsi sebagai penghasil energi serta pembangun sel dan bagian-bagiannya, terutama untuk membangun membran sel. Dalam jumlah sedikit, jaringan lemak sangat berguna bagi tubuh, yakni sebagai pelindung dingin dan panas. Fungsi utama lemak adalah sebagai cadangan makanan jika kebutuhan karbohidrat tidak mencukupi.

Seperti halnya karbohidrat, lemak terdiri dari unsur C, H, dan O. Lemak lebih sedikit mengandung oksigen daripada karbohidrat, oleh karena itu menghasilkan energi lebih besar dari pada karbohidrat untuk satuan berat yang sama. Karbohidrat dan protein hanya menghasilkan 4 kalori per gram, sementara lemak menghasilkan energi sebesar 9 kalori per gram.

4. Vitamin

Vitamin merupakan molekul organik kompleks yang berfungsi mengaktifkan kerja enzim dan membantu fungsi enzim. Sebagai contoh, vitamin B_1 atau yang disebut *thiamin* mempengaruhi berfungsinya dua enzim yang memicu terjadinya pernapasan aerobik. Tanpa vitamin B_1, pernapasan tidak dapat berlangsung.

Vitamin dapat dibedakan menjadi dua berdasarkan sifat kelarutannya, yaitu vitamin yang larut dalam air dan vitamin yang larut dalam lemak. Contoh vitamin yang larut dalam air, yaitu vitamin B dan C, sedangkan contoh vitamin yang larut dalam lemak, yaitu vitamin A, D, E, dan K. Vitamin yang larut dalam air tidak dapat disimpan, sedangkan vitamin yang larut dalam lemak dapat disimpan bersama-sama dengan lemak sebagai cadangan. Dari semua vitamin, hanya vitamin D yang dapat dibuat di dalam tubuh, selebihnya harus dipasok dari makanan atau suplemen. Jika konsumsi vitamin kurang dari yang dibutuhkan maka akan menimbulkan gejala *avitaminosis*.

Perhatikan tabel yang memuat tentang kegunaan vitamin, sumber, dan gejala defisiensi vitamin di bawah ini!

Tabel 4.1 Macam, Sumber, Fungsi, dan Defisiensi Vitamin

Macam	Sumber	Fungsi	Defisiensi
Vitamin A	Ikan, minyak ikan, tumbuhan hijau, buah yang berwarna kuning, tomat, mentega, telur	Pertumbuhan, kesehatan mata, kesehatan kulit, dan membran mukosa.	Gangguan pertumbuhan, rabun senja, menurunnya daya tahan tubuh, perubahan kulit, ganggaun pembentukan gigi
Vitamin B_1	Daging, kacang hijau, kacang-kacangan, padi-padian	Pertumbuhan; metabolisme karbohidrat; penting untuk fungsi jantung, otot, dan saraf	Beri-beri, nafsu makan dan berat badan turun, gagal pencernaan, dan gangguan saraf.
Vitamin B_2	Daging, ayam, ikan, susu kedelai, kacang, sayuran hijau, telur, ragi	Pertumbuhan, kesehatan kulit dan mulut, metabolisme karbohidrat, fungsi mata.	Gangguan pertumbuhan, daya penglihatan berkurang, sariawan, penuaan dini, tidak tahan terhadap cahaya.
VitaminB_3	Daging, ayam, ikan, kacang-kacangan, mentega, kentang, padi-padian, tomat, sayuran hijau	Pertumbuhan; metabolisme karbohidrat; penting untuk fungsi pencernaan, dan sistem saraf	Pelagra, lidah lecet, kulit bersisik, gangguan pencernaan, kemunduran mental
Vitamin B_6	Padi-padian, daging, ayam, telur, ikan, dan biji-bijian	Metabolisme asam amino	Gangguan metabolisme asam amino
Vitamin B_{12}	Sayuran hijau, hati	Membantu pembentukan sel-sel darah merah	Kekurangan sel-sel darah merah (*anemia*)

Macam	Sumber	Fungsi	Defisiensi
Vitamin C	Buah-buahan terutama jeruk atau yang berasa masam), tomat, sayuran hijau	Pertumbuhan, kesehatan gigi dan mulut, kekuatan pembuluh darah, daya tahan tubuh.	Sariawan, gusi mudah berdarah, cenderung memar
Vitamin D	Ikan, minyak ikan, hati, susu, sayuran hijau	Pertumbuhan, metabolisme kalsium dan fosfor, kesehatan tulang dan gigi	Riketsia, tulang rapuh, gangguan pertumbuhan tulang dan gigi
Vitamin E	Sayuran hijau, kedelai, minyak sayur, tomat, kecambah	Kesehatan kulit, kesehatan reproduksi.	Tidak teridentifikasi

5. Mineral

Mineral adalah zat anorgnik yang diperlukan dalam jumlah kecil, akan tetapi mempunyai peranan sangat penting agar metabolisme dapat berlangsung normal. Zat besi misalnya, sangat penting untuk pembentukan sel-sel darah merah; dan potasium diperlukan tubuh untuk menjaga keseimbangan asam-basa. Kita tidak dapat membuat mineral yang dibutuhkan. Semua mineral dipasok melalui makanan yang kita makan. Kelebihan mineral dikeluarkan tubuh melalui kulit dalam bentuk keringat dan melalui ginjal dalam bentuk urine atau air kencing. Beberapa sumber mineral makanan penting lainnya adalah garam dapur, ikan asin, air, dan suplemen.

Tabel 4.2 Macam, Sumber, Fungsi, dan Defisiensi Mineral

Macam	Sumber	Fungsi	Defisiensi
Sodium	Sayuran, garam dapur	Penting untuk jaringan darah dan jaringan tubuh lainnya serta fungsi kegiatan saraf	Gangguan fungsi darah dan saraf
Kalsium	Daging, susu, kacang hijau, sayur mayur, padi-padian	Penting untuk pembentukan gigi dan tulang, juga dalam pembekuan darah	Tulang keropos, gigi mudah tanggal, darah sukar membeku
Fosfor	Daging, ayam, ikan, susu, sayuran hijau, telur, padi-padian	Pembentukan tulang dan gigi, pembentukan ATP (energi yang siap dipakai tubuh), dan asam inti	Gangguan pada tulang, darah, stamina
Magnesium	Sayuran hijau	Fungsi dan kerja otot dan saraf	Gangguan fungsi otot dan saraf

Macam	Sumber	Fungsi	Defisiensi
Besi	Sayuran hijau, hati, daging, susu	Pembentukan sel-sel darah merah	Anemia atau kekurang-an darah
Yodium	Ikan, air, dan garam beryodium	Produksi hormon tiroksin	Gangguan pertumbuhan, kerdil atau kretinisme
Potasium	Sayuran, buah jeruk, nanas, apel	Pertumbuhan, keseimbangan asam – basa, fungsi saraf	Gangguan pertum-buhan dan fungsi saraf
Fluor	Air mineral	Kesehatan gigi dan tulang	Gigi dan tulang keropos
Chlor	Garan dapur, sayuran, buah, dan biji-bijian	Menjaga keseimbangan cairan dalam tubuh	Gangguan metabolisme.

6. Air

Hampir semua reaksi yang terjadi di dalam tubuh kita berlangsung di dalam air. Darah yang berperan penting dalam mengangkut zat-zat makanan ke seluruh jaringan tubuh 90%-nya adalah air. Air juga berperan penting untuk melarutkan zat-zat sisa dan membawanya keluar dari tubuh. Air juga berperan dalam mengatur suhu tubuh.

Pasokan air umumnya diperoleh dengam minum dan bahan makanan yang berair. Hilangnya air karena keringat atau kencing dapat dengan mudah digantikan oleh air yang kita konsumsi. Jika pasokan air tidak mencukupi, maka tubuh akan mengambil air dari rongga-rongga antarsel untuk memenuhi kebutuhan. Jika kekurangan air berlanjut, maka sitoplasma akan makin pekat sampai tidak dapat berfungsi lagi. Keadaan ini disebut *dehidrasi* atau kekurangan cairan tubuh. Dehidrasi akut dapat berakibat fatal.

B. Fungsi Makanan Bagi Manusia

Fungsi makanan dalam tubuh manusia, antara lain sebagai berikut.

1. Makanan Menghasilkan Energi

Makanan adalah bahan bakar yang menghasilkan energi bagi tubuh kita. Kita memerlukan energi tidak hanya untuk bekerja dan melangsungkan kehi-dupan, akan tetapi juga menghasilkan panas untuk menjaga suhu tubuh. Energi diperoleh dengan membakar (*oksidasi*) makanan untuk menghasilkan energi.

2. Makanan Memasok Bahan yang Diperlukan untuk Membangun Sel

Di samping menghasilkan energi, makanan juga berfungsi sebagai pemasok bahan yang diperlukan untuk membangun sel. Selama masa pertumbuhan, sel terus menerus berkembang dalam jumlah maupun ukuran. Untuk itu diperlukan bahan-bahan terutama protein yang memungkinkan sel berkembang. Sel akan

terus membelah sekalipun telah mencapai usia dewasa. Jaringan di seluruh tubuh harus diperbaiki atau diganti jika ada sel-sel atau jaringan yang rusak atau mati. Sejumlah besar sel darah misalnya mati setiap hari dan harus diganti dengan jumlah yang sama setiap harinya.

3. Makanan Menjaga agar Metabolisme di dalam Tubuh Berlangsung Normal

Dalam tubuh kita berlangsung ribuan proses biokimiawi setiap harinya. Proses biokimia di dalam tubuh tersebut disebut metabolisme. Beberapa bahan makanan yang diperlukan tubuh tidak dapat dibuat di dalam tubuh dan harus mendapatkannya dari suplai makanan. Protein dan asam inti misalnya tidak dapat dibuat di dalam tubuh, kecuali bila tersedia bahan-bahan yang cukup yang kita peroleh dari menu makan yang lengkap. Pasokan makanan yang lengkap dan cukup akan menjamin berlangsungnya proses-proses metabolisme secara normal.

Soal Kompetensi

1. Sebutkan komponen dasar makanan dan sebutkan pula manfaatnya!
2. Sebutkan dan jelaskan fungsi makanan untuk tubuh manusia!

C. Pencernaan pada Manusia

Apakah yang dimaksud dengan pencernaan? Mengapa makanan perlu dicerna? Bagaimana proses pencernaan dalam tubuh kita berlangsung? Makanan yang kamu konsumsi tidak ada manfaatnya bagi tubuh sebelum diubah menjadi molekul-molekul yang dapat diserap oleh sel-sel tubuh. Oleh karena itu, makanan harus terlebih dahulu dicerna. Pencernaan pada dasarnya adalah proses mengubah zat makanan menjadi zat yang siap diserap oleh tubuh.

1. Jenis Pencernaan

Jenis pencernaan makanan pada manusia dibedakan menjadi dua, yaitu sebagai berikut.

a. Pencernakan Mekanik

Makanan adalah bahan bakar yang menghasilkan energi bagi tubuh kita. Kita memeralam mulut yang di lakukan oleh gigi dan lidah, serta di lambung dengan gerak paristaltik lambung.

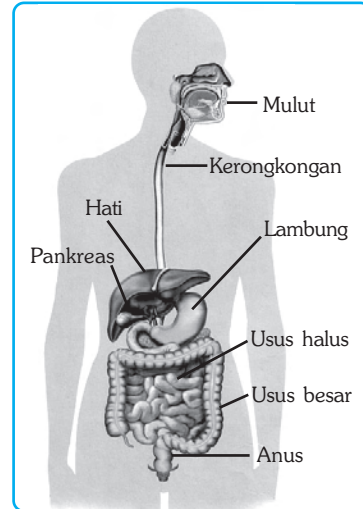
b. Pencernakan Kimiawi

Pencernaan kimiawi adalah proses mengubah suatu zat menjadi zat lain dengan bantuan enzim. Karbohidrat tidak dapat diserap oleh tubuh sebelum diubah menjadi glukosa. Protein harus diubah menjadi asam amino untuk dapat

diserap oleh tubuh. Demikian pula lemak. Lemak harus terlebih dahulu diubah menjadi asam lemak dan gliserol agar dapat diserap oleh tubuh. Beberpa enzim dihasilkan oleh kelenjar di dalam mulut, di dalam lambung, hati, dan pankreas.

2. Sistem Pencernaan pada Manusia

Pencernaan pada manusia dan hewan umumnya berlangsung di luar sel tetapi di dalam saluran pencernaan, sehingga disebut *pencernaan ekstrasel*. Sistem pencernaan pada manusia terdiri atas saluran pencernaan dan kelenjar pencernaan. Saluran pencernaan tersusun atas mulut, kerongkongan, lambung, usus halus, usus besar, dan berakhir pada anus (organ pembuangan).

Organ pencernaan lain, yaitu hati dan pankreas. Hati dan pankreas menghasilkan cairan yang masuk dalam saluran pencernaan. Oleh karena itu, keduanya disebut kelenjar pencernaan. Perhatikan gambar berikut ini!

Sumber: Kamus Visual, 2004.

Gambar 4.2 Sistem pencernaan makanan pada manusia

a. Mulut

Ketika makanan masuk pertama kali ke dalam mulutmu, maka proses pencernaan dilakukan secara mekanik. Pencernaan di mulut dibantu oleh lidah, kelenjar ludah, dan gigi. Di dalam rongga mulut terdapat tiga kelenjar yang menghasilkan ludah.

Sumber : Biggs, et al. 1995. *Biology, The Dynamic of Life.*

Gambar 4.3 Mulut dan berbagai alat yang berada di dalamnya

Gigi pada anak-anak biasanya berjumlah kurang lebih 20 buah. Gigi tersebut dinamakan *gigi susu*. Gigi susu akan tanggal atau putus dan digantikan oleh gigi tetap. Jumlah gigi tetap pada orang dewasa sebanyak 32 buah. Susunan gigi tetap pada anak-anak terdiri dari 8 gigi seri, 4 gigi taring, dan 8 gigi geraham. Sementara itu, susunan gigi tetap pada orang dewasa terdiri dari 8 gigi seri (S), 4 gigi taring (T), 8 geraham depan (GrD), dan 12 geraham belakang (GrB).

Rahang Atas					
Gr	T	S	S	T	Gr
2	1	2	2	1	2
2	1	2	2	1	2
Rahang Bawah					

Rahang Atas							
Gr B	Gr D	T	S	S	T	Gr D	Gr B
3	2	1	2	2	1	2	3
3	2	1	2	2	1	2	3
Rahang Bawah							

Gambar 4.4 Susunan gigi tetap pada anak-anak (kiri), dan pada orang dewasa (kanan)

Gigi dalam sistem pencernaan berfungsi untuk memotong dan menghaluskan makanan. Berdasarkan fungsinya, gigi dibagi menjadi tiga jenis, yaitu gigi seri (S), gigi taring (T), dan gigi geraham (Gr). Gigi seri adalah gigi yang memiliki permukaan rata yang tajam. Gigi seri berfungsi untuk memotong. Gigi taring memiliki permukaan runcing yang berfungsi untuk mengoyak atau merobek makanan, sedangkan gigi geraham memiliki permukaan yang tidak rata dan lebar untuk menghancurkan atau mengunyah makanan.

Bagian gigi yang dapat kamu lihat sehari-hari adalah mahkota gigi. Di bawah mahkota gigi terdapat leher gigi yang melekat pada gusi. Bagian yang tertanam dalam rahang gigi adalah akar gigi. Akar gigi melekat pada rahang dengan bantuan *semen*, yaitu bahan sejenis perekat.

Gambar 4.5 Struktur umum gigi manusia

Sumber: Human 3D. 2001. *Extensive Human Anatomy and Physiology (Software).*

Mahkota gigi dilapisi oleh lapisan keras berwarna putih yang disebut *email* atau *enamel*. Email terkadang berwarna agak kekuningan. Di bawah email terdapat tulang gigi atau *dentin*. Di bawah dentin terdapat rongga yang berisi pembuluh darah dan saraf.

Seperti halnya bagian tubuh yang lain, gigi juga sering kali mengalami kerusakan. Kerusakan gigi umumnya disebabkan oleh pola makan yang salah. Makanan yang terlalu panas atau dingin, makanan yang terlalu manis atau terlalu masam dapat mempercepat kerusakan gigi. Agar kesehatan gigi tetap terjaga, hindari makan makanan seperti itu dan segera berkumur setelah makan makanan manis atau masam. Biasakan menggosok gigi minimal dua kali sehari dengan menggunakan pasta gigi yang mengandung fluor dan kalsium.

b. Kerongkongan

Setelah di kunyah, makanan akan ditelan dan bergerak melalui kerongkongan (*esofagus*) menuju ke lambung. Kerongkongan adalah penghubung rongga mulut dengan lambung. Kerongkongan tersusun atas dua lapisan otot, yaitu otot melingkar yang membungkus lingkaran kerongkongan dan otot memanjang yang melapisi sepanjang kerongkongan. Kontraksi otot melingkar dan otot memanjang secara bergantian akan mendorong bola-bola makanan masuk ke da-

lam lambung. Kontraksi kedua otot tersebut terjadi secara ritmis sehingga menghasilkan gerakan yang disebut *dengan gerak peristaltik*.

Adanya gerak peristaltik, kerongkongan dapat menjamin makanan tidak kembali ke dalam mulut. Mengapa demikian? Hal tersebut terjadi karena pada ujung kerongkongan terdapat semacam katup. Katup tersebut mencegah makanan kembali ke kerongkongan atau mulut. Selanjutnya, makanan masuk ke lambung untuk proses pencernaan berikutnya.

Gambar 4.6 Kerja sama antara otot melingkar dengan otot memanjang menghasilkan gerak peristaltik kerongkongan.

c. Lambung

Setelah melewati kerongkongan, makanan akan sampai ke lambung. Lambung adalah kantong besar yang terletak di bagian atas rongga perut sebelah kiri. Lambung memiliki tiga lapisan otot, yaitu otot melingkar, otot memanjang, dan otot diagonal. Ketiga lapisan otot akan bersama-sama melakukan gerakan memelintir dan mengaduk makanan yang berada di dalamnya. Gerakan ini membantu lambung melakukan fungsi pencernaan mekanik.

Dinding lambung berupa lapisan tebal, berkerut, dan berbintik. Bintik-bintik pada dinding lambung sebenarnya adalah muara saluran kelenjar lambung yang mengeluarkan beberapa enzim pencernaan.

Gambar 4.7 Dinding lambung akan berkontraksi untuk menghancurkan bola-bola makanan menjadi bubur.

Lambung memiliki tiga macam kelenjar. Salah satu kelenjar berfungsi menghasilkan lendir. Lendir berguna untuk melumasi makanan dan menjaga dinding lambung agar tidak turut tercerna oleh proses pencernaan yang dilakukan lambung sendiri. Kelenjar yang kedua menghasilkan asam lambung yang membuat kondisi lambung menjadi sangat asam. Asam lambung ini berupa *asam klorida* (HCl). Kelenjar ketiga menghasilkan enzim yang disebut *pepsin*. Ketiga macam cairan tersebut lalu bercampur di dalam lambung dan membentuk cairan lambung. Cairan lambung berfungsi untuk melangsungkan pencernaan kimiawi dalam lambung.

Asam klorida (HCL) pada lambung berfungsi membunuh kuman yang masuk bersama makanan dan mengaktifkan *pepsinogen*. Pepsinogen setelah bereaksi dengan asam klorida (HCL) akan menjadi pepsin yang berfungsi mengubah protein menjadi pepton.

Tokoh

Claude Bernand

(1813-1878)

Claude Bernand adalah seorang ilmuwan berkebangsaan Prancis. Ia dikenal sebagai penemu percobaan fisiologi. Claude Bernand menyelidiki cara kerja bahan-bahan kimia dalam tubuh dan ia menemukan bahwa hanya beberapa tahap dalam pencernaan yang terjadi di lambung, sisanya terjadi di usus kecil. Ia juga menyelidiki peranan hati dan pankreas serta mengawali prinsif '*homeostatis*", yaitu suatu pendapat bahwa di dalam tubuh dipertahankan keadaan-keadaan yang selalu konstan.

Sumber: Jendela Iptek, Tubuh Manusia, 2006..

d. Usus Halus

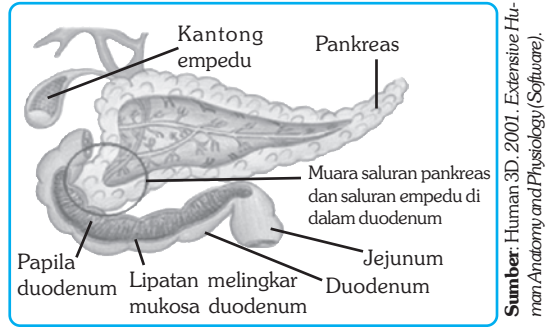
Usus halus dapat dibagi menjadi tiga bagian, yaitu usus dua belas jari (*duodenum*), usus kosong (*jejunum*), dan usus penyerapan (*ileum*). Usus halus berukuran sangat panjang. Setelah meninggalkan lambung, kim atau bahan makanan yang telah dikunyah akan masuk ke dalam usus halus. Bagian pertama dari usus halus disebut usus dua belas jari. Di dalam usus dua belas jari, kim akan dibanjiri dengan berbagai enzim dan cairan pencernaan lainnya.

Usus dua belas jari menghasilkan enzim yang mencerna karbohidrat menjadi gula yang lebih sederhana, yaitu enzim *amilase*. Dari usus dua belas jari makanan akan didorong masuk ke dalam usus kosong. Disebut usus kosong karena usus ini tidak menghasilkan enzim sehingga kim tidak mengalami proses pencernaan lagi.

Setelah berada di dalam usus kosong, kim akan didorong masuk ke dalam usus penyerapan. Di dalam usus penyerapan ini, sebagian besar proses pencernaan telah terselesaikan. Zat-zat gizi yang terkandung dalam kim lalu diserap ke dalam aliran darah. Ketika meninggalkan usus halus dan masuk ke dalam usus besar, zat-zat tersebut melalui bagian seperti kantong yang disebut usus buntu (*apendiks*). Usus buntu yang terdapat dalam sistem pencernaan manusia belum diketahui kegunaannya. Sementara itu, usus buntu dalam sistem pencernaan herbivora umumnya besar dan berguna untuk menyimpan selulosa yang tidak dapat dicerna.

Usus buntu pada manusia sering menimbulkan masalah jika mengalami peradangan (*apendisitis*). Oleh karena itu, satu-satunya jalan untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan operasi.

e. Pankreas

Pankreas adalah kelenjar pencernaan yang menghasilkan cairan pankreas. Ketika kim masuk ke dalam usus halus, pankreas dirangsang untuk mengeluarkan cairan pankreas. Cairan pankreas berfungsi mencerna karbohidrat, protein, dan lemak dengan bantuan enzim.

Gambar 4.8 Struktur pankreas

Pankreas juga menghasilkan natrium bikarbonat yang berguna menetralkan asam klorida yang dihasilkan lambung. Dengan keasaman mendekati netral, maka fungsi enzim yang dihasilkan oleh pankreas dapat bekerja secara lebih efektif. Selain itu, pankreas juga menghasilkan senyawa kimia yang berfungsi mengatur kadar gula dalam darah.

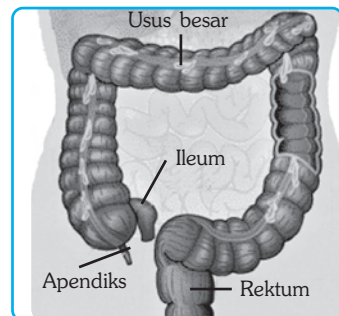
f. Hati (Hepar)

Meskipun hati bukan termasuk saluran pencernaan, namun hati mempunyai fungsi yang sangat penting untuk mendukung pencernaan. Hati melakukan bermacam-macam fungsi metabolisme, seperti menyimpan vitamin dan mineral, mengatur pembekuan darah, mengendalikan produksi kolesterol, serta menawarkan racun dan alkohol.

Salah satu fungsi hati yang penting dalam pencernaan adalah menghasilkan cairan empedu. Empedu disimpan di dalam kantong empedu. Cairan empedu masuk ke dalam usus halus melalui saluran empedu. Empedu tidak mengandung enzim, namun mengandung kolesterol, zat warna empedu, dan garam empedu.

Garam empedu membantu mencerna lemak dengan cara mengemulsi lemak sehingga menjadi molekul-molekul kecil. Enzim yang berfungsi untuk mencerna lemak *(lipase)*, tidak dapat mencerna lemak jika wujud lemak masih berupa molekul-molekul besar. Jika molekul-molekul besar lemak telah diubah menjadi molekul-molekul kecil oleh garam empedu, maka lemak akan dapat dipecah menjadi *asam lemak* dan *gliserol* oleh enzim lipase.

g. Usus Besar (Kolon)

Fungsi utama usus besar adalah menyerap air dan menyimpan limbah pencernaan berupa feses untuk sementara. Di dalam usus besar, feses terus didorong oleh gerakan peristaltik untuk dibawa ke muara saluran yang disebut *rektum*. Rektum memiliki katup yang berfungsi mencegah feses keluar setiap saat. Jika rektum sudah penuh, maka saraf akan merangsang feses untuk segera dikeluarkan, atau pada saat kehendaki.

Gambar 4.9 Struktur usus besar

Usus besar juga mengandung banyak bakteri yang membantu tahap akhir pencernaan. Beberapa bakteri menghasilkan vitamin K. Vitamin K ini lalu diserap dalam aliran darah.

Soal Kompetensi

1. Apakah perbedaan pencernaan secara mekanik dan kimiawi!
2. Apa sajakah alat-alat pencernaan pada mulut dan fungsinya!

D. Penyerapan dan Peredaran Zat Makanan

Penyerapan zat-zat makanan oleh dinding usus halus dapat berlangsung melalui tiga cara, yaitu sebagai berikut.

1. Transpor aktif. Zat-zat makanan masuk ke dalam sel-sel epitel dinding usus halus dengan cara transpor aktif.
2. Difusi. Zat-zat makanan keluar dari sel-sel usus dan masuk ke dalam pembuluh darah, atau masuk ke dalam pembuluh kapiler dengan cara difusi. Pembuluh kapiler bersifat permeabel terhadap semua makanan, kecuali terhadap asam lemak dan gliserol.
3. Selanjutnya zat-zat makanan diedarkan ke seluruh sel tubuh melalui sistem peredaran darah, sedangkan lemak dan gliserol masuk ke dalam pembuluh limfa untuk diedarkan ke seluruh sel tubuh.

E. Gangguan dan Penyakit pada Sistem Pencernaan

Dalam kehidupan sehari-hari, kita sering menemui beberapa contoh gangguan dan penyakit pada sistem pencernaan. Contoh gangguan dan penyakit tersebut, antara lain gangguan dan penyakit pada rongga mulut, seperti sakit gigi, radang hidung, pembengkakan amandel (*tonsilitis*), dan sariawan. Sariawan adalah penyakit yang disebabkan kekurangan vitamin C.

Gangguan dan penyakit lain, yaitu gangguan dan penyakit disekitar kerongkongan. Gangguan dan penyakit di sekitar kerongkongan, antara lain radang kerongkongan dan tersedak. Tersedak adalah masuknya makanan ke dalam saluran pernapasan. Pernahkah kamu mengalaminya?

Pada bagian lain dari sistem pencernaan, seperti lambung dan usus juga sering mengalami gangguan dan penyakit. Gangguan dan penyakit pada lambung, antara lain iritasi lambung (*gastritis*) dan radang lambung, sedangkan gangguan dan penyakit pada usus, antara lain radang usus buntu (*apendisitis*), diare, sembelit, dan ambeien. Radang usus buntu dapat terjadi jika ada sisa makanan yang tersimpan lama di dalam usus buntu, sedangkan ambeien terjadi jika ada pelebaran pembuluh balik yang berada di sekitar anus. Tahukah kamu tentang penyakit atau gangguan yang lain seperti diare dan sembelit? Tanyakan kepada gurumu atau carilah pada sumber belajar yang lain!

Rangkuman

1. Kita memerlukan zat-zat gizi yang terkandung dalam makanan, meliputi karbohidrat, lemak, protein, vitamin, mineral, dan air.
2. ASI adalah makanan pertama bagi bayi yang memiliki kandungan zat gizi lengkap dan zat antibodi yang penting untuk sistem kekebalan tubuh.
3. Pencernaan yang dilakukan oleh sistem pencernaan kita meliputi pencernaan mekanik dan pencernaan kimiawi.
4. Sistem pencernaan kita tersusun atas saluran pencernaan dan kelenjar pencernaan.
5. Urutan jalannya pencernaan pada manusia, yaitu mulut - kerongkongan - lambung - usus halus - usus besar - anus.
6. Untuk mengurangi kemungkinan terkena gangguan atau penyakit pada sistem pencernaan, kita dapat melakukan beberapa cara, antara lain selalu menjaga pola makan dan menjaga kebersihan.

In Tips

Penemuan Vitamin B_1

Sumber: Encarta Encyclopedia, 2006.

Pada masa awal penjajahan Belanda di Indonesia, banyak orang yang menderita penyakit yang disebut beri-beri. Sampai sekarang pun penyakit ini masih sering menyerang di daerah-daerah miskin dan terbelakang. Tubuh korban biasanya makin melemah, sehingga tidak dapat melakukan pekerjaan sehari-hari. Banyak di antara mereka yang mati.

Pada tahun 1890-an, seorang dokter berkebangsaan Belanda, Christian Eijkman, yang kebetulan bertugas di Jawa mulai mengadakan penelitian untuk menentukan apa yang menjadi penyebab dari penyakit beri-beri itu. Secara kebetulan Eijkman mendapatkan sekelompok ayam yang memiliki gejala-gejala yang sama dengan beri-beri. Terdorong oleh penelitiannya, Eijkman memindahkan ayam-ayam itu ke daerah lain, dan ternyata gejala beri-beri itu menghilang. Apa yang menyebabkan hal itu?

Eijkman meneliti dan membandingkan dengan tempat asal ayam itu dan mendapati bahwa di tempat aslinya, ayam-ayam itu diberi makanan beras *sosoh* (beras yang sudah dihilangkan bekatulnya), sedangkan di tempat yang baru, ayam-ayam itu diberi beras *tuton* (belum hilang bekatulnya). Eijkman mengajukan hipotesis, bahwa beri-beri berkaitan dengan beras sosoh.

Gerrit Grijn melanjutkan penelitian Eijkman. Grijn menyimpulkan bahwa di dalam beras tuton terdapat zat makanan yang penting yang hilang ketika beras itu di sosoh. Dia menyimpulkan bahwa penyakit beri-beri disebabkan oleh defisiensi suatu zat makanan.

Pada tahun 1910, Edward Vedder, seorang dokter Amerika mencoba mengisolasi zat makanan yang menyebabkan beri-beri, dengan demikian maka zat ini dapat diproduksi untuk mencegah penyakit beri-beri. Dengan membuatnya secara sintetis, maka dapat disediakan dalam jumlah yang melimpah dan dengan harga yang murah. Gagasan itu disampaikan kepada seorang ahli kimia yang bernama Robert William.

Dari tahun 1920-an, William berusaha untuk mengisolasi senyawa yang terdapat pada ekstrak bekatul dan kemudian menguji setiap senyawa untuk mengetahui senyawa yang memiliki efek penyembuhan terhadap penyakit beri-beri. Pada tahun 1933, William mengisolasi senyawa tunggal yang berkhasiat menyembuhkan penyakit beri-beri dan dia menyebutnya vitamin B_1.

Selama tiga tahun, William berusaha untuk membuat vitamin B_1 secara sintetis. Untuk dapat membuat molekul, dia belajar tentang komposisi dan struktur. Pertama mengetahui unsur-unsur penyusun dan jumlahnya, kemudian memecahkan molekul, mempelajari setiap unsur, dan bagaimana unsur-unsur itu membentuk molekul.

Tahun 1936, Tim yang diketuai William berhasil membuat vitamin B_1 sintetis dan William menyebutnya sebagai *Thiamine*. Nama yang dipakai hingga sekarang. Penemuan itu penting, setidaknya dapat mengurangi jumlah penderita beri-beri akibat kekurangan zat makanan.

Sumber: George B Jhonson, (1996), Biology, Visualizing Life, Holt, Rinehart and Winston, Austin Texas, USA

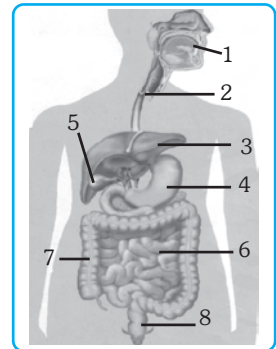
Pelatihan

A. Pilihlah jawaban yang benar dengan menuliskan huruf a, b, c, atau d di buku tugasmu!

1. Zat gizi yang dapat menghasilkan energi terbaik dan tercepat adalah..
   a. lemak
   b. protein
   c. karbohidrat
   d. vitamin
2. Fungsi utama protein adalah sebagai ....
   a. sumber energi
   b. katalisator bahan organik
   c. pertumbuhan dan pergantian sel
   d. pembentukan sel-sel darah

3. Di bawah ini adalah vitamin yang larut dalam lemak beserta akibatnya jika kekurangan yang tepat, *kecuali* ....
   a. vitamin A (rabun senja)
   b. vitamin D (beri-beri)
   c. vitamin E (kemandulan)
   d. vitamin K (darah sukar membeku)
4. Kelenjar saliva di dalam mulut berperan penting dalam pencernaan makanan antara lain di bawah ini, *kecuali* ... .
   a. mengandung amilase untuk mencerna karbohidrat
   b. mengandung lendir untuk memudahkan ditelan
   c. mengandung asam klorida untuk membunuh kuman
   d. membantu membentuk bola-bola asam sebelum di telan
5. Bentuk gigi pada gambar di samping disebut gigi ..... dan berfungsi ....
   a. geraham, untuk mengunyah makanan
   b. taring, untuk mengoyak dan merobek makanan
   c. seri, untuk memotong makanan
   d. susu, untuk menghancurkan makanan

6. Usus halus pada manusia dibagi menjadi tiga bagian utama, *kecuali* ....
   a. duodenum (usus 12 jari)
   b. ileum (usus penyerapan)
   c. ichium (usus kosong)
   d. apendiks (usus buntu)
7. Di antara kelebihan air susu ibu (ASI) yang tidak terdapat di dalam susu formula bayi adalah sebagai berikut, *kecuali* ....
   a. mengandung nutrisi yang diperlukan, karbohidrat, protein, lemak, vitamin, mineral, dan air
   b. lebih mudah dicerna dan diserap dalam tubuh bayi dari pada susu formula
   c. terdapat kolostrum yang mengandung sejumlah antibodi untuk sistem kekebalan tubuh bayi
   d. mengandung protein yang dapat merangsang sistem kekebalan tubuh bayi secara aktif

8. Perhatikan gambar alat pencernaan makanan pada manusia di samping ini! Kelenjar pencernaan manusia ditunjukkan oleh nomor ....
   a. 1 dan 2
   b. 3 dan 4
   c. 2 dan 5
   d. 3 dan 5
9. Urutan saluran pencernaan dari gambar di samping yang tepat adalah .....
   a. 1, 2, 3, 6, 7, 8
   b. 1, 2, 4, 5, 7, 8
   c. 1, 2, 3, 5, 7, 8
   d. 1, 2, 4, 6, 7, 8

10. Di bawah ini adalah gangguan dan penyakit pada sistem pencernaan beserta penjelasannya yang tepat, *kecuali* ....
    a. tonsilitis (pembengkakan amandel)
    b. gastritis (iritasi lambung)
    c. diare (susah buang air besar)
    d. apendisitis (radang usus buntu)

B. Kerjakanlah soal-soal berikut di buku tugasmu!

1. Bahan makanan apa sajakah yang dapat menjadi sumber energi bagi tubuh? Jelaskan!
2. Mengapa ASI sangat penting sebagai makanan pertama bagi bayi?
3. Sebutkan urutan saluran pencernaan manusia dari atas sampai bawah!
4. Sebutkan macam-macam enzim pencernaan dan fungsinya!
5. Sebutkan tiga macam gangguan pencernaan pada manusia!

Refleksi

Menguji Kandungan Zat pada Makanan

Pada kesempatan ini, kamu akan menguji kandungan zat pada sejumlah bahan makanan, yaitu karbohidrat, glukosa, lemak, dan protein. Pada pelajaran yang lalu kamu telah mempelajari tentang lima zat yang kamu perlukan untuk menjaga agar tubuh tetap sehat, coba sebutkan dan jelaskan fungsi masing-masing bagi tubuh.

Pada percobaan kali ini, kamu memerlukan bahan-bahan, antara lain tepung kanji, glukosa, albumin, nasi, minyak goreng, larutan benedict, larutan biuret, dan larutan lugol atau larutan iodin. Percobaan ini dikerjakan dalam kelompok empat orang dengan masing-masing mendapatkan tugas untuk menguji salah satu di antara bahan yang hendak diuji. Kemudian lakukan langkah-langkah sebagai berikut!

1. Siapkan kompor spiritus dan perlengkapannya kemudian nyalakan! Isi gelas beaker dengan 200 ml air. Letakkan gelas beaker pada kawat kasa di atas kompor. Periksa secara berkala tingkat isi airnya!
2. Gunakan gelas ukur untuk mengukur 30 ml air bersih. Masukkan air ke dalam tabung reaksi. Beri tanda “kontrol”!
3. Masukkan 30 ml air ke dalam tabung reaksi. Masukkan sedikit tepung kanji. Kocoklah hingga larut. Beri tanda “tepung”!
4. Masukkan 2-3 tetes larutan lugol/iodin pada masing-masing tabung. Amati perubahan yang terjadi!
5. Gunakan gelas ukur untuk mengukur 30 ml air. Masukkan ke dalam tabung reaksi. Beri tanda “kontrol”!

6. Masukkan 30 ml air ke dalam tabung reaksi. Masukkan sedikit glukosa. Kocok hingga larut. Beri tanda "gula"!
7. Tambahkan pada masing-masing tabung 3 ml larutan benedict!
8. Masukkan ke dua tabung dalam gelas beaker yang dipanaskan. Amati perubahan yang terjadi. Gunakan penjepit dan tempatkan pada rak tabung dan tunggu hingga dingin!
9. Masukkan 10 ml air ke dalam tabung. Beri tanda "kontrol"!
10. Masukkan 10 ml albumin ke dalam tabung. Beri tanda "protein"!
11. Masukkan 3 ml reagent biuret ke dalam ke dua tabung. Amati perubahan yang terjadi!
    (Reagen biuret adalah basa kuat, hindari terkena kulit dan mata!)

Pengamatan

Amati kandungan zat dalam bahan yang kamu uji dengan menengarai perubahan warnanya, kemudian masukkan ke dalam tabel seperti tampak di bawah ini!

No	Nama Bahan	Warna asal	Nama Reagen	Warna akhir	Indentifikasi
1	Larutan gula				
2	Larutan tepung				
3	Larutan albumen				

Analisis dan Kesimpulan

1. Jika seseorang hanya makan salah satu bahan saja dari contoh yang kamu uji, apakah sudah dapat memperoleh semua zat yang diperlukan? Jelaskan!
2. Zat apakah yang dikandung dalam telur?
3. Manakah yang lebih baik untuk dikonsumsi, susu atau permen? Mengapa?

Bab V
SISTEM PERNAPASAN PADA MANUSIA

Tujuan Pembelajaran

Kamu dapat mendeskripsikan sistem pernapasan pada manusia dan hubungannya dengan kesehatan.

Peta Konsep

Kata Kunci

- Oksidasi Biologis
- Trakea
- Laring
- Paru-Paru
- Alveolus
- Diafragma
- Bronkitis
- Ekspirasi
- Volume Tidal
- Bronkus
- Hemoglobin
- Kapasitas Vital

Tahukah kamu bagaimana jika orang berhenti bernapas? Berapa lama kamu dapat menahan tidak bernapas? Apa yang terjadi jika kamu menahan napas sampai batas kamu tidak dapat menahan napas lagi?

Makan dan bernapas merupakan suatu rangkaian kegiatan makhluk hidup untuk memperoleh energi. Tanpa makan, makhluk hidup tidak mendapatkan bahan bakar yang dapat diubah menjadi energi. Tanpa bernapas, tidak akan terjadi pembakaran yang dapat menghasilkan energi. Pembakaran pada dasarnya adalah proses bagaimana oksigen diperoleh dari luar tubuh dan diedarkan ke seluruh sel-sel tubuh agar terjadi pembakaran glukosa di dalam sel.

Sumber : Human Body. 2001 (Software).

Gambar 5.1 Agar dapat terus hidup, manusia perlu bernapas dengan menghirup oksigen dan mengeluarkan karbon dioksida serta uap air.

Dalam bab ini kamu akan mempelajari tentang sistem pernapasan dan kaitannya dengan kelainan atau penyakit yang dapat menimbulkan gangguan pada sistem pernapasan.

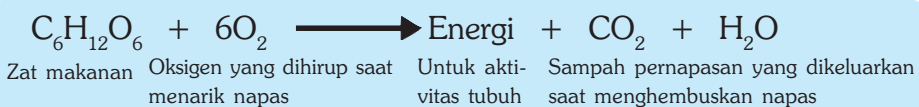
A. Pengertian Pernapasan

Pernapasan pada manusia terjadi secara otomatis, yaitu menghirup udara ke dalam paru-paru, kemudian membiarkannya keluar lagi. Demikian terjadi berulang-ulang sejak menghirup udara pertama ketika lahir hingga menghembuskan napas terakhir ketika mati. Pernahkah kamu menghitung berapa kali kamu bernapas dalam satu menit? Dalam satu menit rata-rata siklus menghirup dan menghembuskan udara berulang 16 kali. Berapa kali dalam satu hari? Apa yang mengendalikan ritme pernapasan itu?

Semua sel hidup dalam tubuh memerlukan oksigen untuk bernapas. Jumlah oksigen yang diperlukan tergantung pada aktivitas sel, sedangkan akitivitas sel tergantung pada aktivitas tubuh. Seorang yang tidur misalnya, lebih sedikit membutuhkan oksigen dibanding misalnya pada waktu bekerja. Seorang yang bekerja keras memerlukan oksigen lebih banyak, demikian pula jumlah karbon dioksida yang dihasilkan. Banyaknya karbon dioksida dalam darah merangsang sel saraf mengirim sinyal ke otak, selanjutnya otak akan mengirim perintah kepada otot pernapasan untuk meningkatkan angka pernapasan.

Menghirup udara berarti memperoleh oksigen untuk respirasi seluler, sedangkan menghembuskan udara berarti mengeluarkan sampah pernapasan berupa karbon dioksida dan air. Oksigen yang dihirup dipergunakan untuk pembakaran zat-zat makanan agar diperoleh energi. Secara sederhana pernapasan dapat dituliskan sebagai berikut.

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow \text{Energi} + CO_2 + H_2O$$

$C_6H_{12}O_6$	$6O_2$	Energi	$CO_2 + H_2O$
Zat makanan	Oksigen yang dihirup saat menarik napas	Untuk aktivitas tubuh	Sampah pernapasan yang dikeluarkan saat menghembuskan napas

Jika kamu amati dengan seksama, maka reaksi kimia pernapasan merupakan kebalikan dari pembentukan karbohidrat dalam fotosintesis. Energi untuk pembentukan karbohidrat diperoleh dari sinar matahari. Energi hasil pembongkaran karbohidrat digunakan makhluk hidup untuk aktivitas di dalam tubuh agar proses kehidupan dapat berlangsung.

Pernapasan secara umum dibedakan menjadi dua, yaitu pernapasan *eksternal* dan pernapasan *internal*. Pernapasan eksternal adalah proses pertukaran udara antara udara atmosfer dan darah, yaitu pengambilan oksigen dari udara ke dalam paru-paru dan pengeluaran karbon dioksida dari paru-paru ke udara. Pernapasan internal adalah pertukaran udara antara darah dan sel-sel tubuh, yaitu proses penggunaan oksigen untuk pembakaran zat-zat makanan di dalam sel dan pengambilan sisa pembakaran berupa karbon dioksida kembali ke paru-paru.

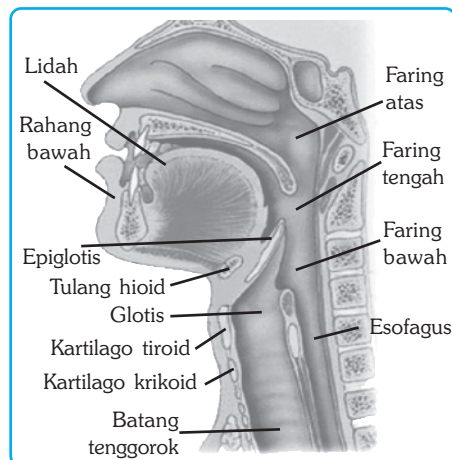
Tanpa bernapas, proses kehidupan tidak dapat berlangsung. Tidak semua pernapasan memerlukan oksigen. Beberapa organisme dapat memperoleh energi dari mengekstraksi substrat dengan cara fermentasi. Pernapasan yang tidak memerlukan oksigen disebut pernapasan *anaerob*. Sebagian besar makhluk hidup bernapas memerlukan oksigen. Pernapasan yang demikian disebut pernapasan *aerob*. Pernapasan dalam pengertian inilah yang akan dibahas dalam bab ini.

Soal Kompetensi

1. Apakah yang dimaksud dengan bernapas?
2. Sebutkan macam-macam pernapasan berdasarkan tempatnya!

B. Saluran Pernapasan pada Manusia

Sistem pernapasan pada manusia melibatkan sejumlah organ. Organ yang pertama kali dilalui udara dapat disebutkan secara berturut-turut, yaitu hidung, rongga hidung, faring, laring, trakea, trakeolus, dan paru-paru.

Udara masuk ke dalam tubuh melalui hidung atau mulut, kemudian didorong ke belakang melalui rongga hidung. Dari rongga hidung udara masuk ke dalam faring. Faring terletak di belakang mulut dan berfungsi sebagai jalan masuk baik makanan maupun udara. Di dalam faring terdapat laring dan *epiglotis*, yaitu suatu katup yang mencegah makanan masuk ke dalam batang tenggorok. Dari faring, udara didorong masuk ke dalam *trakea*, kemudian udara masuk ke dalam paru-paru.

Sumber: Human 3D. 2001. *Extensive Human Anatomy and Physiology(Software).*

Gambar 5.2 Saluran pernapasan mulai hidung hingga trakea

Saluran pernapasan berhubungan secara langsung dengan udara luar. Oleh karena itu harus dapat mencegah dan menyaring masuknya debu, kotoran, asap, bakteri, dan berbagai macam bahan berbahaya lain yang umumnya terdapat di udara.

1. Hidung

Udara masuk pertama kali ke dalam tubuh melalui hidung. Oleh karena itu, penyaringan udara pertama terjadi di dalam hidung. Bagian permukaan tempat masuknya udara ditumbuhi rambut dan selalu basah karena lendir. Rambut dan lendir bersama-sama mencegah masuknya partikel padat ke dalam tubuh. Lendir juga berfungsi melembabkan hidung. Kelembaban hidung membantu melembabkan udara dan meningkatkan jumlah uap air udara yang masuk ke dalam paru-paru. Hal itu membantu mencegah udara kering masuk ke dalam hidung. Udara kering dapat mengeringkan paru-paru dan bagian lain dari sistem pernapasan. Jika udara terlalu dingin, maka rongga hidung dapat menyesuaikan dengan suhu tubuh. Udara juga dapat masuk melalui mulut, namun mulut tidak dapat melakukan penyaringan seperti halnya hidung.

2. Laring

Laring adalah bagian atas batang tenggorok. Laring terbuat dari sejumlah *kartilago* atau tulang rawan. Bagian tulang rawan yang terbesar adalah *jakun*. Laring menghasilkan suara, oleh karena itu sering disebut kotak suara. Di dalam kotak suara terdapat dua lipatan yang sangat elastis yang disebut pita suara.

Untuk lebih jelasnya, letakkan jari tanganmu menurun sepanjang kerongkongan, kemudian menelanlah. Bagian yang bergerak itulah laring. Pita suara akan bergetar jika mendapatkan tekanan udara dari dalam. Dapatkah kamu bersuara ketika menghirup napas? Perpaduan antara alat-alat dalam mulutlah yang menghasilkan berbagai macam bunyi.

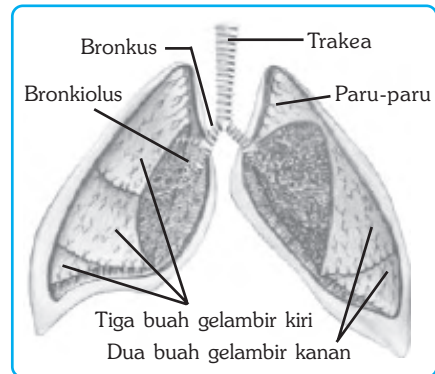
3. Trakea

Dari laring, udara masuk ke dalam rongga dada melalui trakea yang panjangnya sekitar 10 – 12 cm. Dinding trakea terdiri dari cincin kartilago berbentuk huruf C. Kartilago bersifat kenyal dan lentur. Cincin-cincin tulang rawan ini berfungsi melindungi trakea, serta membuatnya dapat tegak akan tetapi lentur sehingga trakea tidak bersifat luyuh maupun kaku (Gambar 5.3).

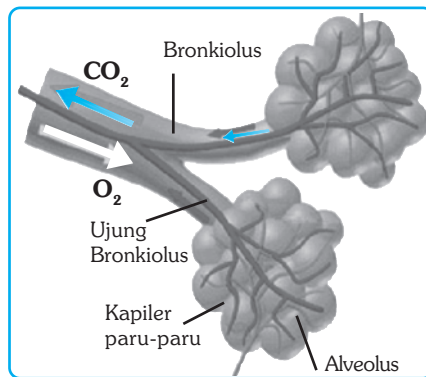
Sel-sel yang melipisi dinding trakea menghasilkan lendir. Lendir ini disapu keluar dari saluran udara oleh *silia* (bulu getar) dari sel-sel lain. Dengan cara ini partikel yang terperangkap dalam lendir dibawa ke bagian atas trakea dan dikeluarkan melalui kerongkongan masuk ke dalam saluran pencernaan.

Hal ini menunjukkan betapa alat-alat tubuh kita memberikan perlindungan maksimum dari kemungkinan bahaya yang mengancam alat-alat pernapasan terutama paru-paru, kecuali mereka yang merusak sistem itu, misalnya perokok.

4. Bronkus

Di dalam rongga dada, trakea bercabang menjadi dua, yaitu *bronkus kanan* dan *bronkus kiri*. Masing-masing dari bronkus masuk ke dalam paru-paru belahan kanan dan belahan kiri. Susunan yang menyusun kedua bronkus mirip dengan susunan yang menyusun trakea, yaitu terbuat dari tulang rawan yang berbentuk huruf C sehingga bersifat kuat dan lentur. Bronkus bercabang-cabang dan setiap percabangan juga bercabang-cabang lagi di dalam paru-paru. Percabangan itu disebut *bronkiolus*.

Gambar 5.3 Saluran pernapasan mulai trakea hingga paru-paru.

5. Paru-Paru

Paru-paru berbentuk mendekati segitiga. Paru-paru terdiri dari dua buah, yaitu paru-paru kanan dan kiri. Bagian kanan terdiri dari tiga buah gelambir dan sedikit lebih besar dari bagian kiri yang terdiri dari dua buah gelambir. Masing-masing beratnya sekitar 600 gram. Paru-paru dilapisi oleh dua lapis membran berwarna keputihan yang disebut *pleura*. Pleura menghasilkan lendir untuk mengurangi efek gesekan dari gerakan paru-paru ketika bernapas.

Gambar 5.4 Alveolus berbentuk seperti tandan buah anggur yang penuh dengan pembuluh kapiler darah.

Di dalam paru-paru bronkus bercabang-cabang. Setiap cabang bercabang-cabang lagi hingga sampai percabangan kecil. Percabangan-percabangan kecil itu disebut *bronkiolus*. Baik bronkus mapun bronkiolus mengandung jaringan otot polos pada dindingnya. Jaringan otot berfungsi mengatur ukuran saluran udara. Bronkiolus berlanjut bercabang-cabang sampai akhirnya pada bangun seperti tandan buah anggur yang disebut *alveolus* (bentuk jamaknya *alveoli*)

Masing-masing bangun seperti buah anggur itu merupakan kantong udara dengan membran tipis dan lentur yang mengandung jaringan kapiler darah yang padat. Membran itu memisahkan gas dari cairan. Gas itu adalah udara yang kita ambil melalui sistem pernapasan, sedangkan cairan itu adalah darah. Oksigen dan karbon dioksida harus berdifusi melalui membran yang rapuh. Oleh karena itu, udara yang masuk ke dalam paru-paru harus sepenuhnya bersih dan lembab.

Dengan demikian, keseluruhan sistem pernapasan dari hidung sampai paru-paru merupakan seperangkat alat untuk medapatkan udara bersih dan segar ke dalam alveoli.

Soal Kompetensi

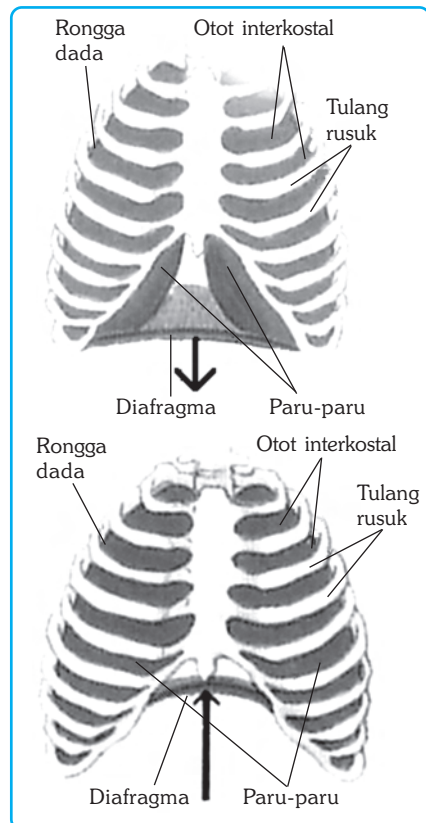
1. Sebutkan alat-alat saluran pernapasan pada manusia!
2. Apakah fungsi alat-alat pernapasan tersebut!

C. Mekanisme Pernapasan

Setiap kali kamu bernapas, ada dua hal penting terjadi. Pertama, ketika udara ditarik untuk masuk ke dalam paru-paru. Peristiwa ini disebut *inspirasi*. Kedua, ketika udara didorong keluar dari paru-paru. Peristiwa ini disebut *ekspirasi*. Peristiwa pertama mengantarkan oksigen ke alveoli, sedangkan peristiwa kedua mengeluarkan karbon dioksida dari tubuh. Setiap kali bernapas melibatkan interaksi diafragma, perut, dan rusuk. Cobalah menarik napas dalam-dalam kemudian hembuskan napas sehabis-habisnya. Bagian tubuh manakah yang bergerak oleh tarikan dan hembusan napasmu? Apakah kamu merasa paru-parumu berkembang dan mengempis?

Paru-paru tidak dapat berkontraksi, sehingga tidak dapat mengembang dan mengempis dengan sendirinya. Mengembang dan mengempisnya paru-paru disebabkan oleh otot lebar dan tipis yang menyekat bagian rongga dada dan rongga perut. Sekat itu disebut *diafragma.* Jika otot diafragma berkontraksi, baik ke atas maupun ke bawah maka akan mempengaruhi volume rongga dada. Perubahan volume rongga dada menyebabkan terjadinya perubahan tekanan udara di dalam paru-paru. Perhatikan ilustrasi di samping!

Untuk mengetahui mekanisme pernapasan, kamu dapat membuat alat percobaan sederhana dengan menggunakan botol bekas minuman atau toples dengan balon seperti tampak pada gambar di samping.

Pada saat inspirasi, otot diafragma berkontraksi, diafragma memipih dan turun, sehingga mendorong perut ke bawah. Pada saat yang sama otot dinding perut mengendur menyebabkan tersedianya ruang untuk diafragma yang memipih. Pada saat yang

Gambar 5.5 Mekanisme pernapasan meliputi inspirasi dan ekspirasi.

sama otot *interkostal* (otot antartulang rusuk) berkontraksi menggerakkan rusuk ke atas dan keluar. Volume rongga dada meningkat dan tekanan udara dalam dada menurun menyebabkan tekanan udara di luar tubuh lebih tinggi daripada tekanan udara di dalam rongga dada. Untuk menyamakan tekanan udara di luar dan di dalam tubuh, maka udara masuk ke dalam paru-paru dan mengembang.

Pada percobaan dengan balon, ketika karet di tarik ke bawah, balon akan terisi udara dan mengembang.

Pada saat ekspirasi, berlangsung proses sebaliknya. Otot diafragma dan otot interkonstal (otot antartulang rusuk) berelaksasi, sementara otot dinding perut berkontraksi, sehingga diafragma akan naik mendesak rongga dada yang menyebabkan volume rongga dada menurun dan tekanan udara dalam rongga dada meningkat. Perbedaan tekaan udara antara di dalam rongga dada dan di luar tubuh menyebabkan udara dalam paru-paru keluar dan paru-paru mengempis.

Kapasitas Paru-paru

Paru-paru kita dapat menampung antara 5 – 6 liter udara. Kemampuan paru-paru menampung sejumlah udara itu disebut *kapasitas total*. Jika kamu bernapas normal, volumenya sekitar 0.5 liter. Volume tersebut disebut udara pernapasan atau *volume tidal*. Jika kamu manarik napas sekuat-kuatnya setelah bernapas biasa disebut *udara komplemen*, volumenya sekitar 1000 cc. Jika kamu menghembuskan napas sekuat-kuatnya setelah bernapas biasa, maka udara yang dapat dikeluarkan sekitar 2500 cc disebut *udara cadangan*. Udara di dalam paru-paru tidak akan pernah bisa habis sekalipun kamu menghembuskan napas sekuat-kuatnya, udara yang tersisa disebut *udara residu,* volumenya sekitar 1000 cc. Jika kamu menarik napas sebanyak-banyaknya setelah menghembuskan sekuatnya, maka volume udara maksimum yang dapat dihirup disebut *kapasitas vital paru-paru*.

Kegiatan

Kapasitas Vital Paru-Paru

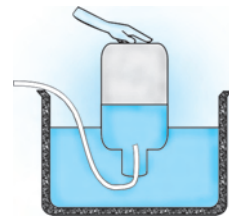
A. Tujuan

Kamu dapat memahami pengertian kapasitas vital paru-paru.

B. Alat dan Bahan

Bak/baskom besar, botol plastik berukuran 5 liter, selang plastik panjang 0,5 meter, dan air.

C. Langkah Kerja

1. Berilah tanda dengan skala liter pada botol plastik tersebut!
2. Isilah baskom dengan air. Masukkan botol plastik secara terbalik dan selang ke dalam baskom dengan salah satu ujung selang berada di luar!
3. Hirup udara sekuat-kuatnya melalui hidung, kemudian hembuskanlah sekuat-kuatnya melalui selang tersebut!

4. Ukur volume udara yang dikeluarkan, dilihat dari banyaknya air pada botol sebelum dan sesudah dihembuskan napas melalui selang tersebut!
5. Ulangi langkah di atas untuk teman-teman yang lain dan catat volumenya!
6. Kesimpulan apakah yang didapat dari hasil pengamatan dan kegiatan tersebut? Hubungkan jawabanmu dengan udara yang kamu hembus dan dengan perubahan volume pada botol plastik tersebut!

Soal Kompetensi

1. Apa perbedaan antara inspirasi dan ekspirasi!
2. Apakah yang disebut dengan udara pernapasan!

D. Pertukaran Udara

Gas apakah yang berkurang sesudah pernapasan? Gas apakah yang bertambah sesudah pernapasan? Mengapa gas tertentu jumlahnya berkurang? Mengapa gas tertentu jumlahnya bertambah? Dimana terjadi pengurangan dan penambahan gas itu? Oksigen dari udara kamu hirup jumlahnya berkurang ketika kamu hembuskan. Sedangkan karbon dioksida dan uap air yang kamu hirup jumlahnya bertambah ketika kamu hembuskan. Pertukaran itu terjadi di dalam paru-paru. Bagaimana pertukaran gas itu berlangsung?

Di dalam setiap paru-paru terdapat sekitar 300 juta alveoli/alveolus dengan luas bidang permukaan penyerapan secara keseluruhan mencapai 70 m^2. Luas permukaan kedua buah paru-paru kita setara dengan luas lapangan voli. Setiap alveolus melakukan fungsi pertukaran udara. Mari kita lihat bagaimana sebuah alveolus melakukan fungsinya.

Darah mengalir dari jantung ke kapiler darah yang mengitari alveolus di paru-paru. Darah itu mengandung banyak sekali karbon dioksida dan sedikit oksigen. Gas gas itu menyebar di sekeliling alveolus dan dapat digambarkan seperti air mengguyur balon. Di dalam alveolus mengandung banyak oksigen dari udara yang dihirup.

Konsentrasi gas-gas di dalam dinding kapiler darah dan alveolus tidak sama. Dinding kapiler darah mengandung banyak karbon dioksida dan sedikit oksigen, sedangkan alveolus mengandung banyak oksigen dan sedikit karbon dioksida. Karena konsentrasi karbon dioksida di dalam dinding kapiler darah lebih tinggi, maka berdifusi ke alveolus yang konsentrasinya lebih rendah. Sebaliknya, karena konsentrasi oksigen di dalam alveolus lebih tinggi daripada konsentrasi di dalam dinding kapiler darah, maka oksigen berdifusi ke dalam dinding kapiler darah yang konsentrasinya lebih rendah.

Ketika darah mengalir melalui kapiler di sekitar alveolus, oksigen berdifusi melalui dinding kapiler dan segera diikat oleh Hb. Pada saat yang sama Hb melepas CO_2 ke dalam alveolus melalui dinding kapiler keluar meninggalkan paru-paru. Proses yang sama terjadi ketika darah yang kaya oksigen sampai ke jaringan atau sel. O_2 berdifusi keluar dari dinding kapiler dan masuk ke dalam jaringan di sekitarnya. Pada saat yang sama CO_2 berdifusi keluar dari jaringan dan masuk ke dalam aliran darah.

Soal Kompetensi

1. Bagaimana pertukaran gas berlangsung dalam pernapasan!
2. Bagaimana terjadinya pertukaran udara dalam paru-paru!

E. Gangguan dan Penyakit pada Sistem Pernapasan

Gangguan maupun penyakit yang sering menyerang saluran pernapasan, antara lain sebagai berikut.

1. Asma

Asma adalah penyempitan *(kontriksi)* yang terjadi di bagian saluran pernapasan tertentu. Umumnya asma disebabkan oleh alergi atau terlalu sensitif terhadap sesuatu, seperti perubahan cuaca, debu, zat aditif makanan, bulu binatang, bau, dan rangsangan tertentu lainnya. Asma dapat menyebabkan menurunnya efisiensi pernapasan dan mengurangi jumlah pasokan oksigen ke jaringan tubuh. Akibatnya, frekuensi pernapasan bertambah cepat dan napas menjadi tersengal-sengal.

2. Influensa

Influensa adalah penyakit yang disebabkan oleh infeksi virus. Umumnya terjadi pada saat perubahan musim atau pada saat stamina tubuh kurang baik. Gejalanya adalah timbul peradangan di jaringan mukosa hidung yang ditandai dengan pilek, batuk, dan penyumbatan rongga hidung. Hal demikian tentu menyebabkan tubuh menjadi tidak nyaman, bukan?

3. TBC

TBC adalah penyakit paru-paru yang disebabkan oleh bakteri. Gejala seseorang yang terserang TBC, antara lain batuk yang tidak sembuh-sembuh disertai dahak yang kadang-kadang berdarah serta sesak napas. Bakteri penyebab TBC bersifat parasit dan hidup dalam jaringan paru-paru. Jika tidak diobati, bakteri akan berkembang dan menggerogoti paru-paru secara perlahan. Akibat kurang efektifnya pertukaran udara dalam paru-paru, maka pasokan oksigen ke jaringan tubuh menjadi tidak maksimum.

4. Radang Paru-Paru

Radang paru-paru dapat disebabkan oleh virus, bakteri, maupun oleh penyebab lain. Jika radang disertai dengan cairan, maka cairan dalam paru-paru akan menghalangi penyerapan oksigen dan pengeluaran karbon dioksida. Jika hal tersebut terus berlanjut maka akibatnya napas menjadi tersengal-sengal.

5. Bronkitis

Bronkitis adalah radang pada bronkus atau bronkiolus. Penyebabnya, antara lain merokok, alergi, dan bakteri. Merokok dapat merusak jaringan mukosa. Jaringan mukosa adalah jaringan yang menghasilkan lendir. Lendir berguna untuk menangkap zat-zat atau partikel yang membahayakan tubuh. Jika cairan lendir diproduksi secara berlebihan karena adanya benda asing, maka saluran pernapasan akan dipenuhi dahak sehingga pernapasan menjadi terganggu.

Soal Kompetensi

1. Sebutkan gangguan yang sering menyerang saluran pernapasan!
2. Apakah yang menyebabkan penyakit bronkitis?

Rangkuman

1. Pernapasan adalah proses memperoleh oksigen ke dalam tubuh yang akan digunakan untuk menghasilkan energi dan menghembuskan sisa pernapasan berupa karbon dioksida dan uap air ke luar tubuh.
2. Agar dapat melakukan proses pernapasan, manusia memiliki sistem pernapasan yang didukung dengan seperangkat organ pernapasan yang saling bekerja sama.
3. Agar udara yang masuk tubuh dapat tersaring dan lembab, usahakan untuk selalu bernapas melalui hidung karena hidung dilengkapi dengan alat-alat yang dapat menyaring dan melembabkan udara.
4. Dalam sistem pernapasan, dikenal beberapa istilah seperti udara pernapasan, udara pernapasan cadangan, udara cadangan, dan kapasitas vital.
5. Dalam kehidupan sehari-hari, kita sering menemui beberapa gangguan dan penyakit yang menyerang saluran pernapasan kita, seperti influensa, bronkitis, asma, enfisema, dan sebagainya.

Racun yang tidak Tampak

Ketika suatu zat terbakar sempurna, yaitu jika dalam jumlah oksigen (O_2) yang cukup, maka sisa pembakaran berupa karbon dioksida (CO_2) akan dilepas ke udara. Jika pembakaran berlangsung tidak sempurna, yaitu dalam keadaan oksigen tidak cukup, maka akan menghasilkan sebagian besar gas yang berbeda. Gas itu adalah karbon monoksida (CO). Karbon dioksida juga dihasilkan oleh pembakaran bahan bakar kendaraan bermotor, pabrik yang menggunakan batubara, dan pembakaran kayu.

Molekul karbon monoksida adalah gas berbahaya. Karbon monoksida dapat mengikat dengan kuat protein pembawa oksigen dalam darah, yaitu hemoglobin. Jika hal itu terjadi, maka karbon monoksida menghambat oksigen mengikat hemoglobin. Karbon monoksida dengan hemoglobin membentuk ikatan yang sangat stabil. Ikatan yang stabil, artinya ikatan yang tidak mudah bereaksi dengan unsur lain. Di samping itu, sejumlah kecil gas karbon monoksida cukup untuk membuat banyak hemoglobin dalam darah tidak aktif, membuatnya tidak mampu membawa oksigen ke seluruh tubuh.

Seperti yang kamu pelajari di awal, hemoglobin berperan penting di dalam pengangkutan oksigen dan karbon dioksida sisa pernapasan. Hemoglobin mengangkut oksigen dari alveolus dan membawanya ke seluruh bagian tubuh dan melepaskannya untuk pembakaran di dalam sel. Sisa pembakaran di dalam sel, yaitu karbon dioksida diangkut kembali ke alveolus untuk dilepas ke atmosfer.

Jika kemampuan hemoglobin mengangkut oksigen terhambat karena diikat oleh molekul karbon monoksida, maka akibatnya jaringan tubuh kekurangan oksigen. Kematian dapat terjadi hanya dalam beberapa menit karena keracunan karbon monoksida. Salah satu gejala orang keracunan karbon monoksida sedikit mengherankan. Ikatan karbon monoksida hemoglobin berwarna merah cerah, lebih cerah dari warna hemoglobin normal.

Oleh karena korban keracunan karbon monoksida seringkali tampak cerah seperti layaknya orang sehat, maka apa yang harus dilakukan terhadap orang yang keracunan karbon monoksida tersebut? Yang harus dilakukan, yaitu mereka harus segera dibawa ke udara terbuka untuk memperolah udara segar dan sedapat mungkin segera mendapatkan oksigen sebanyak-banyaknya agar darah mendapatkan ganti oksigen yang hilang.

Knalpot mobil, pipa pabrik, cerobong asap pembakaran, dan pemanas ruangan harus mendapatkan cukup perhatian agar tidak terjadi kebocoran. Ventilasi ruangan harus cukup untuk mereka yang berkerja dengan mesin berbahan bakar bensin atau solar di ruangan tertutup, seperti menghidupkan mesin di dalam garasi tertutup merupakan tindakan ceroboh yang dapat membawa petaka.

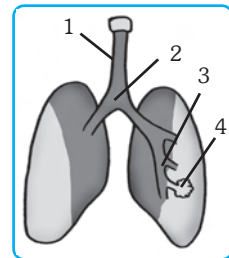
Sumber: Albert Towle (1989), Modern Biology, Holt, Rinehart and Winston, Texas, USA

Pelatihan

A. *Pilihlah jawaban yang benar dengan menuliskan huruf a, b, c, atau d di buku tugasmu!*

1. Pernapasan adalah ....
   a. pengambilan oksigen ke dalam paru-paru dan pengeluaran karbon dioksida dari dalam paru-paru
   b. memasukkan udara ke dalam paru-paru
   c. pertukaran udara di dalam paru-paru
   d. pertukaran udara di dalam jaringan
2. Selama dalam perjalanan dari hidung ke dalam paru-paru, udara mengalami hal-hal sebagai berikut, *kecuali* ....
   a. udara disaring oleh rambut-rambut yang tumbuh dalam rongga hidung
   b. udara dilembabkan oleh lendir
   c. udara berdifusi di alveolus
   d. udara diproses untuk menghasilkan energi

Untuk menjawab soal nomor 3 dan 4 amatilah gambar di samping ini!

3. Trakea dan alveolus ditunjukkan oleh gambar nomor ....
   a. 1 dan 4
   b. 1 dan 2
   c. 2 dan 3
   d. 2 dan 4
4. Infeksi saluran pernapasan (bronkitis) biasanya terjadi pada bagian bernomor ....
   a. 1
   b. 2
   c. 3
   d. 4
5. Urutan proses masuknya udara dalam sistem pernapasan yang tepat adalah....
   a. trakea - laring - bronkus - paru-paru - hidung
   b. hidung - trakea - laring - bronkus - paru-paru
   c. laring - trakea - bronkus - hidung - paru-paru
   d. hidung - laring - trakea - bronkus - paru-paru

6. Reaksi kimia untuk menghasilkan energi yang benar adalah ....
   a. $C_6H_{12}O_6 + H_2O \longrightarrow$ Energi + $CO_2 + O_2$
   b. $C_6H_{12}O_6 + CO_2 \longrightarrow$ Energi + $H_2O + O_2$
   c. $C_6H_{12}O_6 + O_2 \longrightarrow$ Energi + $CO_2 + H_2O$
   d. $C_6H_{12}O_6$ + Energi $\longrightarrow CO_2 + H_2O + O_2$
7. Pada pernapasan dada, otot antartulang rusuk berkontraksi sehingga tulang rusuk..
   a. terangkat dan rongga dada membesar
   b. mengecil dan rongga dada mengecil
   c. terangkat dan rongga dada mengecil
   d. mengecil dan rongga dada membesar
8. Volume udara yang masih tersisa di dalam paru-paru setelah melakukan ekspirasi sekuat-kuatnya disebut ....
   a. udara pernapasan
   b. kapasitas vital paru-paru
   c. udara komplementer
   d. udara residu
9. Air kapur yang dihembuskan napas akan menjadi keruh. Hal ini disebabkan ....
   a. gas nitrogen bereaksi dengan air kapur
   b. gas H_2O bereaksi dengan air kapur
   c. gas CO_2 bereaksi dengan air kapur
   d. gas oksigen bereaksi dengan air kapur
10. Apa arti slogan anti merokok "*put it out of you or you will be put out*" ... .
    a. hentikan rokok atau rokok akan menghentikan kamu
    b. silahkan merokok di luar atau silahkan keluar untuk merokok
    c. keluarkan rokok atau kamu keluar dari tempat ini
    d. jangan merokok disembarangan tempat

B. *Kerjakanlah soal-soal berikut di buku tugasmu!*

1. Jelaskan pengertian pernapasan!
2. Sebutkan bagian-bagian saluran pernapasan pada manusia secara urut!
3. Jelaskan mekanisme penyaringan udara di dalam saluran pernapasan untuk menjamin udara yang masuk ke paru-paru benar-benar bersih!
4. Bagaimana mekanisme pertukaran udara di dalam paru-paru berlangsung?
5. Sebutkan tiga gangguan pernapasan yang kamu ketahui!

Refleksi

Merokok merupakan cara memasukkan dan sekaligus menyebarkan penyakit melalui saluran pernapasan. Namun banyak orang yang tidak menyadarinya. Ketika rokok dihisap, lebih dari 2.000 bahan beracun masuk ke dalam tubuh melalui permukaan saluran pernapasan. Nikotin akan sampai di otak dalam waktu 8 detik dan menyebabkan jantung berdetak sampai 33 kali lebih cepat. Suplai oksigen ke beberapa bagian tubuh berkurang. Tar dan partikel lain melukai saluran hidung, tenggorokan, bronkus, dan akhirnya ke paru-paru.

Buatlah tulisan dengan tema "Merokok dan dampaknya bagi kesehatan". Sumber penulisan dapat kamu peroleh dari majalah atau koran atau dari sumber pembelajaran yang lain. Informasi juga dapat kamu peroleh dari internet melalui situs antara lain: www.nusaindah.tripod.com/akibat merokok.htm atau www. changjaya-abadi.com/fokus-02.htm. Ajukan tulisanmu kepada bapak atau ibu guru untuk mendapatkan penilaian!

Bab VI SISTEM PEREDARAN DARAH PADA MANUSIA

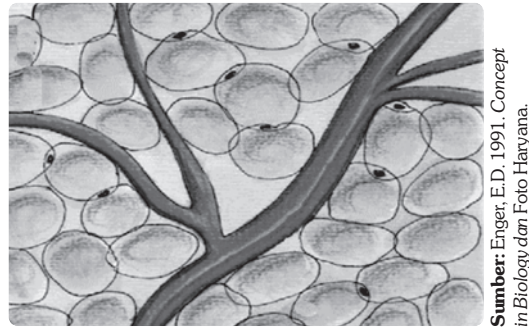
Tujuan Pembelajaran

Kamu dapat mendeskripsikan sistem peredaran darah pada manusia serta hubungannya dengan kesehatan.

Peta Konsep

Kata Kunci

- Jantung
- Sirkulasi Darah
- Arteri
- Vena
- Sistol
- Limfe
- Eritrosit
- Leukosit
- Trombosit
- Golongan Darah
- Rhesus
- Hipertensi

Tahukah kamu apa yang hendak ditunjukkan dengan ilustrasi di samping? Apakah sistem transpor pada manusia dapat diumpamakan dengan sistem pengairan yang mengairi petak-petak sawah? Atau pipa air minum yang masuk ke rumah-rumah? Jaringan apakah yang berfungsi sebagai air di dalam kanal? Struktur apakah yang berfungsi sebagai tempat mengalirnya air? Alat tubuh apakah yang memompa darah agar tetap terus mengalir?

Sumber: Enger, E.D. 1991. *Concept in Biology* dan Foto Haryana.

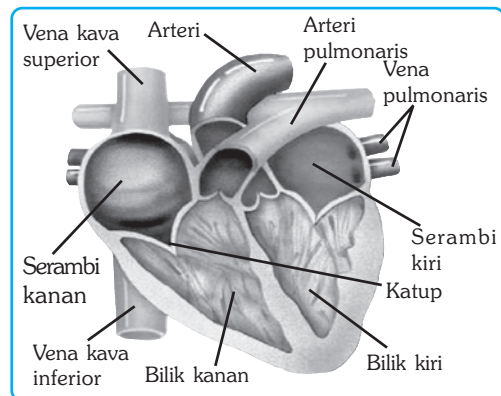
Gambar 6.1 Sistem tranpor pada manusia mengangkut sari-sari makanan, oksigen, dan karbon dioksida

Sel-sel hidup memerlukan pasokan makanan dan oksigen yang terus menerus. Kelangsungan hidup dalam tubuh kita tergantung pada pasokan makanan, oksigen, hormon, dan zat-lain yang dibutuhkan tubuh. Dalam tubuh kita, pasokan itu diantarkan oleh sistem transportasi yang terdiri dari jantung, pembuluh darah, dan darah. Darah berperan sebagai medium transportasi zat makanan, oksigen, dan zat lain yang diperlukan tubuh.

A. Organ-Organ Penyusun Sistem Peredaran Darah pada Manusia

Sistem peredaran darah pada manusia, secara umum terdiri atas tiga bagian utama, yaitu jantung, pembuluh darah, dan darah.

1. Jantung

Jantung terletak di dalam rongga dada, tepatnya di belakang tulang dada dan di antara dua belahan paru-paru. Jantung terdiri dari tiga lapisan. Lapisan terluar dan terdalam adalah jaringan epitel yang membungkus dan melindungi jaringan di tengahnya. Lapisan tengah tersusun atas jaringan otot jantung. Bagian luar jantung dilapisi oleh membran yang disebut *perikardium*, yang berfungsi mengurangi gesekan ketika jantung berdenyut.

Sumber: Enger, E.D. 1991. *Concept in Biology.*

Gambar 6.2 Jantung manusia terbagi menjadi empat ruang, yaitu dua serambi dan dua bilik

Jantung secara memanjang dibagi menjadi dua bagian, yaitu bagian kanan dan bagian kiri. Antara belahan kanan dan kiri terdapat sekat yang disebut *septum*. Masing-masing sisi dibagi menjadi dua ruang, yaitu ruang atas dan ruang bawah. Masing-masing ruang bagian atas disebut serambi (*atrium*) dan ruang bagian bawah disebut bilik (*ventrikel*) (lihat gambar 6. 2). Pada setiap sisi, serambi memompa darah ke bilik. Antara serambi dan bilik terdapat katup searah untuk mencegah darah mengalir ke arah yang salah. Bilik memompa darah melalui pembuluh besar keluar dari jantung. Antara bilik dan pembuluh terdapat katup yang terbuka pada saat darah dipompa dari bilik.

a. Sirkulasi Darah di Dalam Jantung

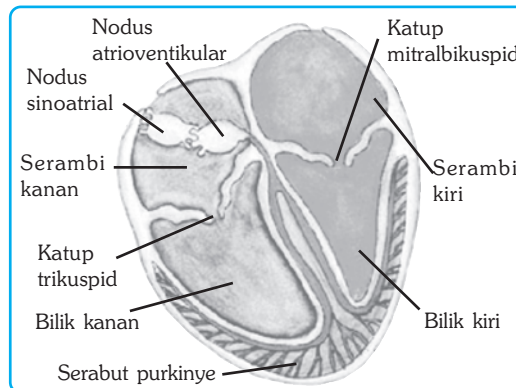
Jantung dapat digambarkan sebagai dua pompa yang berdampingan. Pompa sebelah kanan memompa darah yang mengandung banyak karbon dioksida dari tubuh menuju ke paru-paru, sedangkan pompa sebelah kiri memompa darah yang banyak mengandung oksigen dari paru-paru ke seluruh tubuh.

Gambar 6.3 Sirkulasi darah di dalam jantung

Darah dari seluruh tubuh masuk ke serambi kanan melaui dua pembuluh balik besar (*vena kava* atas dan bawah). Ketika serambi kanan berrelaksasi, darah masuk memenuhi serambi kanan. Ketika serambi kanan berkontraksi, darah dipompa masuk ke bilik kanan melalui lubang berkatup. Katup ini berfungsi untuk mencegah darah masuk kembali ke serambi. Ketika bilik kanan berkontraksi, darah dipompa masuk ke dalam pembuluh paru-paru (*arteri pulmonari*) menuju ke paru-paru. Pada dasar pembuluh terdapat katup untuk mencegah darah masuk kembali ke bilik. Katup-katup di dalam jantung untuk menjamin bahwa darah akan mengalir satu arah.

Di dalam paru-paru terjadi pertukaran udara. Dari paru-paru darah kembali ke jantung (serambi kiri) melalui pembuluh balik paru-paru (*vena pulmonari*). Di pintu masuk serambi kiri terdapat katup. Kontraksi serambi kiri memompa darah masuk ke bilik kiri. Darah memenuhi bilik kiri, kemudian dengan kontraksi yang sangat kuat memompa darah keluar dari jantung ke seluruh tubuh melalui arteri.

b. Denyut Jantung

Sebagian besar jantung tersusun atas jaringan otot jantung. Kontraksi otot jantung berbeda dari kontraksi otot rangka. Otot rangka berkontraksi per satuan otot, sedangkan otot jantung berkontraksi secara berantai. Jika satu sel berkontraksi, maka akan merangsang sel di sebelahnya, seterusnya merangsang sel-sel di sekitarnya. Reaksi berantai ini akan berhenti jika keseluruhan sel telah berkontraksi. Pada waktu kontraksi berlangsung, kedua serambi dan kedua bilik berkontraksi secara ritmis dan beraturan.

Gambar 6.4 Penjalaran impuls dimulai dari suatu titik yang disebut nodus sinoatrial yang kemudian menggerakkan serambi kanan dan kiri.

Sumber: Human Body. 2001. (*Software*).

Rangsangan pertama denyut jantung dimulai dari titik yang disebut *nodus sinoatrial***,** yaitu suatu daerah otot khusus yang terletak di bagian atas serambi kanan. (lihat gambar 6.4). Rangsangan pada nodus sinoatrial menyebabkan kontraksi serambi (serambi berkontraksi). Berkontraksinya serambi menyebabkan rangsangan menjalar dan sampai di *nodus atrioventrikular* yang terletak di septum (sekat antara belahan kanan dan kiri) hanya dalam waktu sepersepuluh detik. Dari sini rangsangan dikirim ke bilik yang menyebabkan bilik berkontraksi. Maka lengkaplah satu kali detak jantung.

Denyut jantung terdiri dari dua fase. Fase pertama adalah *sistole*, yaitu fase dimana bilik berkontraksi dan memompa darah menuju ke arteri. Kedua, adalah fase *diastole*, yaitu fase dimana bilik berelaksi dan darah mengalir mengisi bilik dari serambi. Jika kamu menempelkan telingamu ke dada atau dengan menggunakan stetoskop, maka akan terdengar suara dub-bub. Itulah yang disebut detak jantung.

Kegiatan

Tekanan Sistol dan Diastol

A. Tujuan

Kamu dapat memahami tentang tekanan sistol dan diastol.

B. Alat dan Bahan

Stetoskop dan Manset.

C. Langkah Kerja

1. Suruhlah temanmu duduk rileks dan santai, kemudian letakkan stetoskop pada pergelangan tangan dan bungkus dengan manset, kemudian dengarkan melalui telinga!

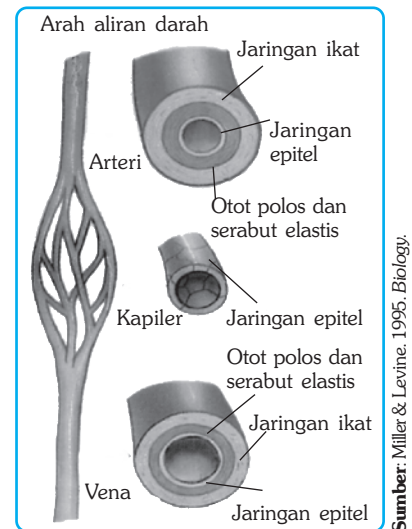
2. Pompa alat tersebut sampai menunjukkan angka 180 kemudian turunkan tekanannya secara perlahan-lahan sambil diamati dan didengarkan tekanan sistol dan diastolnya!
3. Tekanan sistol merupakan bunyi pertama yang terdengar, sedangkan tekanan diastol merupakan bunyi terakhir yang terdengar melalui stetoskop tersebut.
4. Catat hasilnya, bandingkan dengan temanmu dan simpulkan hasilnya? Berapa tekanan normalnya?

2. Pembuluh Darah

Peredaran darah manusia adalah tertutup, artinya darah beredar di sepanjang pembuluh darah. Pembuluh darah dbedakan menjadi dua, yaitu pembuluh nadi dan pembuluh balik.

a. Pembuluh Nadi

Pembuluh nadi adalah pembuluh yang mengalirkan darah bersih dari jantung atau disebut juga arteri. Secara umum, dinding arteri lebih tebal dari vena atau pembuluh balik. Bagian tengah pembuluh nadi tersusun atas jaringan otot polos dan serabut elastik, menyebabkan arteri bersifat lentur tapi kuat, sehingga mampu menerima tekanan besar darah dari jantung.

Arteri yang membawa darah bersih dari bilik kiri jantung adalah pembuluh nadi besar atau disebut aorta. Aorta kemudian bercabang-cabang dan bercabang-cabang menjadi arteri kecil sehingga seluruh jaringan tubuh mendapatkan pasokan darah. Percabangan terkecil dari arteri disebut arteriola.

Gambar 6.5 Struktur pembuluh nadi, pembuluh kapiler, dan pembuluh balik

b. Pembuluh Balik

Darah mengalir dari kapiler masuk ke dalam pembuluh balik atau vena. Vena membentuk sistem yang menampung darah dari percabangan-percabangan kecil di seluruh bagian tubuh kembali ke jantung. Pembuluh balik yang paling kecil disebut venula. Dinding vena lebih tipis dan kurang elastis. Meskipun tidak begitu elastis, akan tetapi vena lebih fleksibel dan dapat mengembang. Vena mempunyai sejumlah katup yang mencegah darah kembali. Hal ini penting karena darah harus kembali ke jantung yang terkadang harus melawan gaya gravitasi.

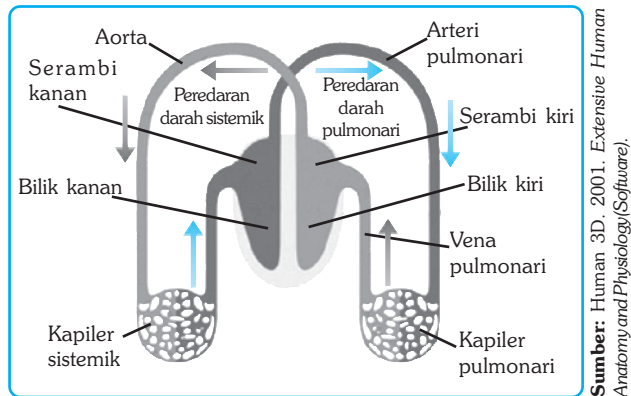
Tabel 6.1 Perbedaan antara Arteri dengan Vena

Pembeda	Arteri	Vena
Aliran darah	Meninggalkan jantung	Menuju ke jantung
Kandungan darah	Membawa darah kaya oksigen dan zat-zat makanan	Membawa darah kaya karbon dioksida dan sampah
Sifat pembuluh	Relatif tebal dan bersifat elastis	Relatif tipis dan bersifat kaku
Letak pembuluh	Letak agak ke dalam dan denyutnya teraba	Letak agak ke luar dan denyutnya tidak teraba
Tekanan darah	Tekanan darah tinggi, jika terjadi luka darah memancar	Tekanan darah rendah, jika terjadi luka darah merembes
Keberadaan katup di pembuluh	Tidak terdapat katup, kecuali katup besar di pangkal aorta	Terdapat banyak katup di sepanjang pembuluh

3. Peredaran Darah

Sistem peredaran darah pada manusia dibedakan menjadi sistem peredaran darah tertutup dan sistem peredaran darah ganda. Sistem peredaran darah tertutup adalah sistem peredaran darah dari jantung ke seluruh tubuh (termasuk paru-paru) dan kembali lagi ke jantung, sedangkan sistem peredaran darah ganda adalah sistem peredaran darah yang melalui dua macam peredaran yang berlangsung secara bersamaan, yaitu *peredaran darah pulmonari* (peredaran darah kecil) dan *peredaran darah sistemik* (peredaran darah besar).

a. Peredaran Darah Pulmonari

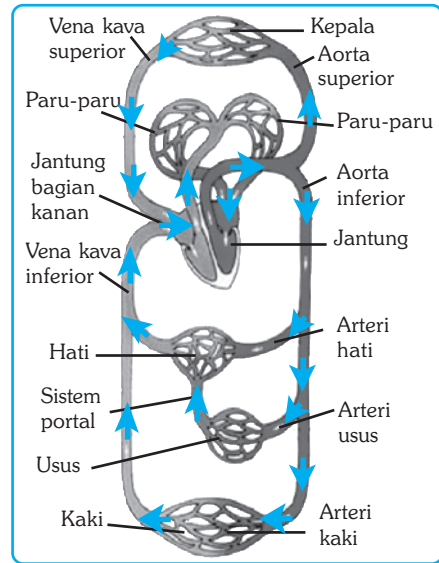
Peredaran darah pulmonari adalah peredaran darah dari jantung menuju ke paru-paru lalu kembali lagi ke jantung. Dalam peredaran darah pulmonari, darah kotor dipompa dari bilik kanan jantung menuju ke paru-paru melalui *arteri pulmonari.* Arteri pulmonari adalah satu-satunya arteri yang mengalirkan darah kotor, yaitu darah yang kaya akan karbon dioksida.

Sumber: Human 3D. 2001. *Extensive Human Anatomy and Physiology(Software).*

Gambar 6.6 Skema peredaran darah pada manusia.

Kamu sudah mengetahui pengertian darah kotor, bukan? Di dalam paru-paru terjadi pertukaran udara sehingga ketika kembali ke jantung, darah sudah mengikat banyak oksigen (darah bersih). Dari paru-paru, darah mengalir ke serambi kiri jantung melalui *vena pulmonari*, yaitu satu-satunya vena yang mengalirkan darah bersih (darah yang kaya akan oksigen). Paru-paru inilah satu-satunya organ yang berhubungan dengan dua ruangan jantung.

b. Peredaran Darah Sistemik

Peredaran darah sistemik adalah peredaran darah dari jantung menuju ke seluruh tubuh lalu kembali ke jantung. Peredaran darah kecil dimulai dari bilik kiri dan berakhir di serambi kanan. Dengan demikian, dalam satu kali peredaran, darah melalui jantung sebanyak dua kali.

Peredaran darah sistemik berguna untuk memasok darah ke seluruh bagian tubuh, kecuali paru-paru. Peredaran darah sistemik ini lalu terbagi-bagi menjadi beberapa sub sistem. Sub sistem-sub sistem tersebut, antara lain peredaran darah sub sistem jantung, sub sistem ginjal, dan sub sistem hati.

Sumber: Human 3D. 2001. *Extensive Human Anatomy and Physiology (Software).*

Gambar 6.7 Peredaran darah sistemik membawa darah kaya oksigen dari jantung ke seluruh bagian tubuh atas dan seluruh bagian tubuh bawah.

4. Peredaran Getah Bening

Peredaran getah bening (*limfa*) terdiri dari seperangkat pembuluh yang mengalirkan cairan antarsel dari jaringan ke darah dengan aliran searah. Peredaran getah bening (limfe) terdiri atas cairan limfe, pembuluh limfe, dan kelenjar limfe. Peredaran getah bening disebut juga peredaran terbuka, yaitu peredaran yang dimulai dari dalam jaringan dan berakhir pada pembuluh balik.

Karl Landsteiner
(1868-1943)

Karl Landsteiner adalah seorang ilmuwan berkebangsaan Austria. Pada beberapa kasus ia menemukan zat-zat kimia dalam plasma darah seseorang yang bereaksi dengan zat-zat lain yang ada di permukaan sel-sel darah merah dari orang lain. Hal di atas membawanya pada penelitian, dan pada awal tahun 1900-an ia berhasil menemukan sistem golongan darah ABO, tahun 1927 menemukan sistem M, N dan P, serta pada tahun1940 menemukan sistem rhesus. Berdasarkan hasil temuannya ini, pada tahun 1930 Landsteiner menerima hadiah nobel untuk fisiologi atau bidang kedokteran.

Sumber: Encarta Encyclopedia, 2006.

Soal Kompetensi

1. Sebutkan organ penyusun sistem peredaran darah manusia beserta fungsinya!
2. Sebutkan perbedaan antara pembuluh darah arteri dan vena!
3. Jelaskan yang dimaksud dengan donor universal dan resipien universal!

B. Gangguan dan Penyakit pada Sistem Peredaran Darah

1. Arterosklerosis

Arterosklerosis adalah penyempitan di pembuluh darah. Gangguan ini disebabkan, antara lain stres, kurang gizi, kurang olah raga, merokok, penyakit keturunan, dan faktor-faktor yang lain. Penyempitan pembuluh darah atau arterosklerosis ini tidak selalu menimbulkan serangan jantung, kecuali jika penyempitan tersebut terjadi secara meluas.

2. Hipertensi

Hipertensi adalah penyakit tekanan darah tinggi. Penyakit ini disebabkan oleh faktor keturunan dan faktor lain, seperti stres, sering makan makanan berkolesterol tinggi, serta kegemukan. Hipertensi seringkali terjadi tanpa gejala karena peningkatannya berlangsung secara bertahap dan tidak menimbulkan keluhan. Akibatnya, hipertensi dapat berlanjut ke tingkat yang berbahaya tanpa diketahui. Hipertensi juga dapat menyebabkan rusaknya arteri otak sehingga penderita dapat terkena *stroke*.

3. Angina

Angina adalah gangguan berupa rasa sakit di jantung karena suplai oksigen berkurang. Angina biasanya disebabkan oleh penyempitan di arteri. Bernapas secara dalam, santai, dan menghindari stres dapat mengurangi rasa sakit, bahkan mengurangi resiko terkena angina.

4. Aneurisme

Aneurisme adalah kelainan yang menyebabkan melemahnya dinding pembuluh darah sehingga menggelembung. Penggelembungan itu dapat terjadi jika ada tekanan dari dalam atau dinding pembuluh terlalu tipis. Jika pembuluh pecah, darah akan tumpah keluar dari sistem peredaran darah.

5. Varises

Varises adalah penyumbatan di vena. Penyumbatan itu dapat menyebabkan pembesaran vena sehingga tampak menonjol di permukaan.

6. Kelainan Darah

Sebagian besar penyakit kelainan darah terjadi karena ganggunan dalam pembentukan darah. Beberapa penyakit kelainan darah, antara lain anemia dan talasemia. *Anemia* adalah keadaan dimana darah tidak mampu membawa

oksigen yang cukup bagi tubuh. Anemia disebabkan oleh kurangnya jumlah sel darah merah atau kurangnya hemoglobin yang membawa oksigen. *Talasemia* adalah penyakit kelainan darah yang ditandai dengan adanya sel darah merah yang tidak normal.

Selain anemia dan talasemia, kelainan darah yang lain, yaitu leukemia dan hemofilia. *Leukemia* adalah penyakit kelainan darah yang disebabkan sel darah putih membelah tidak terkendali sehingga jumlahnya meningkat pesat, kemudian memakan sel darah merah. Leukemia disebut juga kanker darah. *Hemofilia* adalah penyakit kelainan darah yang menyebabkan darah sukar membeku. Penyakit hemofilia ini bersifat menurun dan tidak dapat disembuhkan.

Agar terhindar dari gangguan dan penyakit pada sistem peredaran darah, maka perlu dilakukan pemeliharaan terhadap kesehatan badan. Hal ini meliputi, antara lain makan makanan bergizi, olahraga yang cukup, serta menghindari merokok, alkohol, dan pemakaian narkotika.

Soal Kompetensi

1. Apakah yang dimaksud dengan arterosklerosis?
2. Apakah perbedaan antara anemia dan leukemia?

Rangkuman

1. Sistem transpor terdiri atas jantung, pembuluh darah, dan darah sebagai medium pengangkutan zat.
2. Jantung manusia terdiri atas empat ruangan, yaitu dua serambi dan dua bilik.
3. Peredaran darah manusia adalah peredaran darah ganda, yaitu peredaran darah kecil dan peredaran darah besar.
4. Pembuluh darah pada manusia yang utama ada dua macam, yaitu pembuluh darah nadi (arteri) dan pembuluh darah balik (vena).
5. Darah terdiri dari dua bagian, yaitu sel darah dan plasma darah. Sel darah terdiri atas sel darah merah, sel darah putih, dan keping darah.

In Tips

Sirkulasi Darah

Baru sekitar abad ke-17 diketahui bahwa darah mengalir ke seluruh tubuh dengan pola tertentu dan secara terus menerus. Perubahan metode ilmiah dan prosedur penelitian pada abad ke-16 telah mengantarkan pada penemuan. Untuk memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang anatomi tubuh manusia, ilmuwan mulai membedah dan mengamati kadaver.

Sekitar abad ke-16, ilmuwan telah menemukan bahwa jantung terbagi menjadi dua belahan, yaitu kiri dan kanan. Sebelum penemuan itu, ilmuwan percaya bahwa darah merembes melalui lubang-lubang dalam septum. Mereka juga mengetahui adanya sejumlah katup, sekalipun belum mengetahui gunanya.

William Harvey, seorang dokter Inggris mulai meneliti bagaimana darah mengalir di dalam tubuh. Dia memastikan bahwa tidak ada lubang di dalam septum. Jika septum tertutup dan vena berkatup, maka bagaimana darah dapat mengalir ke seluruh tubuh?

Willian Harvey tidak hanya melakukan pembedahan terhadap kadaver sebagaimana dilakukan oleh ilmuwan pendahulunya, akan tetapi juga terhadap organisme hidup. Dengan mengumpulkan data dari penelitiannya terhadap organisme hidup, dia memperoleh gambaran tentang bagaimana cara darah mengalir ke seluruh tubuh.

Dalam penelitiannya, Harvey menyumbat aliran darah hewan. Ketika dia menutup vena kava ular misalnya, maka jantung akan kosong. Namun jika dia menutup aorta, jantung akan tetap terisi. Setelah dia yakin bahwa darah mengalir dari pembuluh ke arteri, maka dia bertanya-tanya mengapa vena tidak segera kosong sementara arteri kelebihan aliran? Dari pengetahuannya dia yakin bahwa darah tidak mengalir melalui septum dan bahwa katup dalam vena berfungsi mencegah darah mengalir balik.

Harvey mengajukan hipotesis bahwa darah mengalir dalam gerakan memutar. Dia berpendapat bahwa darah tidak dapat mengalir dari pembuluh ke arteri kecuali terlebih dahulu kembali dari arteri ke vena baru kemudian mengalir ke bilik kanan jantung. Dari hasil penelitiannya ini, William Harvey dikenal oleh dunia luas sebagai seorang ilmuwan penemu sirkulasi darah.

Sumber: Albert Towle (1989), Modern Biology, Holt, Rinehart and Winston, Texas, USA

Pelatihan

A. *Pilihlah jawaban yang benar dengan menuliskan huruf a, b, c, atau d di buku tugasmu!*

1. Di bawah ini yang *tidak* termasuk organ-organ yang menyusun sistem peredaran darah, yaitu ....
   a. paru-paru
   b. jantung
   c. pembuluh darah
   d. darah
2. Pembuluh darah yang langsung berhubungan dengan jaringan tubuh disebut ....
   a. arteri
   b. arteriola
   c. venula
   d. kapiler

3. Darah dari serambi kiri mengalir ke ... .
   a. bilik kiri, paru-paru, serambi kanan, bilik kanan
   b. bilik kiri, tubuh, serambi kanan, bilik kanan
   c. bilik kanan, tubuh, serambi kiri, bilik kiri
   d. serambi kanan, bilik kanan, paru-paru, serambi kiri
4. Cairan tubuh yang keluar dari pembuluh darah dikembalikan dalam sistem peredaran darah melalui ... .
   a. sistem pernapasan
   b. sistem peredarah getah bening
   c. sistem peredaran darah
   d. sistem pencernaan
5. Pernyataan berikut ini yang benar mengenai ciri-ciri pembuluh nadi adalah ....
   a. pembuluh darah yang meninggalkan jantung dan kaya akan CO_2 atau karbon dioksida
   b. pembuluh darah yang menuju ke jantung dan kaya akan oksigen
   c. pembuluh darah yang menuju ke jantung dan kaya akan karbon dioksida
   d. pembuluh darah yang meninggalkan jantung dan kaya akan oksigen
6. Peredaran darah pada manusia termasuk peredaran darah .....
   a. ganda dan tertutup
   b. ganda dan terbuka
   c. tunggal dan tertutup
   d. tunggal dan terbuka
7. Bagian darah yang berfungsi membunuh kuman-kuman yang masuk dengan cara memakannya (fagositosis) adalah .....
   a. eritrosit
   b. plasma darah
   c. leukosit
   d. trombosit
8. Trombosit adalah bagian darah yang berperan dalam .....
   a. pembekuan darah
   b. membunuh kuman penyakit
   c. mengedarkan zat-zat makanan
   d. mengangkut gas-gas pernapasan
9. Penyempitan di pembuluh darah karena adanya penyumbatan disebut ....
   a. arteriosklerosis
   b. sklerosis
   c. arteriosi
   d. koroner
10. Pernyataan berikut ini benar, *kecuali* .....
    a. golongan darah A memiliki aglutinogen A dan aglutinin beta
    b. golongan darah B memiliki aglutinogen B dan aglutinin alfa
    c. golongan darah AB memiliki aglutinogen AB dan aglutinin alfa dan beta
    d. golongan darah O memiliki aglutinin alfa dan beta

B. *Kerjakanlah soal-soal berikut di buku tugasmu!*

1. Sebutkan fungsi darah dalam tubuh manusia!
2. Sebutkan bagian-bagian darah dan kegunaannya masing-masing!
3. Apa perbedaan antara serambi dengan bilik jantung?

4. Apa perbedaan antara arteri dengan vena?
5. Sebutkan tiga macam gangguan peredaran darah pada manusia!

Refleksi

Mengukur Denyut Nadi

Pada kegiatan kali ini, kamu akan menyusun hipotesis yang menyatakan tentang pengaruh suatu aktivitas terhadap denyut nadi. Rencanakan percobaan yang membandingkan denyut nadi ketika istirahat dan setelah selesai mengerjakan suatu kegiatan. Alat-alat yang kamu perlukan, antara lain stopwatch dan probandus. Bentuklah team yang terdiri dari dua orang untuk melakukan kegiatan sebagai berikut:

1. Praktikkan untuk menghitung denyut nadi pasanganmu dengan cara menempatkan empat jari pada pergelangan arah ibu jari sehingga kamu menemukan bagian yang berdenyut. Gunakan stopwatch untuk mengetahui denyut nadi dalam waktu 60 detik! Siapkan tabel seperti berikut ini!

Nama	Denyut nadi waktu istirahat			Denyut nadi setelah kegiatan		
	1	2	3	1	2	3
Rata-rata Individual Team Kelas						

3. Diskusikan dengan temanmu pertanyaan: Apakah suatu kegiatan dapat meningkatkan denyut jantung? Susunlah hipotesis yang dapat menjawab pertanyaan tersebut!
4. Rencanakan percobaan untuk menguji hipotesis kamu dengan cara berikut:
   a. Seorang di antara kamu bertindak sebagai peneliti sedangkan yang lain sebagai yang diteliti. Lakukan secara bergantian!
   b. Waktu istirahat diambil ketika dalam keadaan duduk santai dan waktu kegiatan diambil begitu selesai melakukan kegiatan (lari)!
   c. Data dikumpulkan sekurang-kurang dua kali untuk setiap orang, kemudian dihitung rata-ratanya dan rata-rata team atau kelompok!

Analisis

1. Dari data yang terkumpul, apakah ada perbedaan jumlah denyut nadi antara sebelum dan sesudah kegiatan?
2. Apakah percobaan kamu mendukung hipotesis yang kamu lakukan?
3. Bagaimana denyut nadi seseorang yang melakukan kegiatan fisik dalam jangka waktu lama, seperti bapak penarik becak dan buruh bangunan?

Bab VII STRUKTUR DAN FUNGSI TUBUH TUMBUHAN

Tujuan Pembelajaran

- *Kamu dapat mengidentifikasi struktur dan fungsi jaringan pada tumbuhan.*
- *Kamu dapat mengidentifikasi hama dan penyakit pada organ tumbuhan dalam kehidupan sehari-hari.*

Peta Konsep

Kata Kunci

- Epidermis
- Kutikula
- Meristem
- Mesofil
- Stomata
- Daya kapilaritas
- Dormansi
- Difusi
- Osmosis
- Gulma
- Parasit

Apakah yang disebut tumbuhan? Apa yang membedakan tumbuhan dari makhluk hidup lainnya? Terdiri dari bagian-bagian apa sajakah tumbuhan?

Gambar 7.1 Tumbuhan dan bagian-bagiannya

Semua organisme, termasuk tumbuhan tersusun atas sejumlah sel. Struktur dan fungsi sel yang menyusun tumbuhan berbeda-beda. Sel-sel yang mempunyai struktur dan fungsi yang sama membentuk jaringan. Beberapa jaringan tersusun dalam sistem jaringan. Struktur tumbuhan umumnya terdiri dari akar, batang, daun, bunga, buah, dan biji.

Dalam bab ini kamu akan mempelajari tentang struktur tumbuhan tersebut dengan fungsi masing-masing dan kaitannya dengan proses-proses yang terjadi pada tumbuhan.

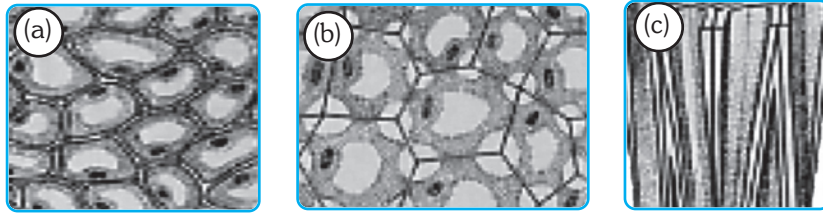
A. Sistem Jaringan pada Tumbuhan

Tumbuhan seperti yang kamu lihat setiap hari, secara umum tersusun atas tiga sistem jaringan utama. Tahukah kamu ketiga sistem jaringan utama tersebut? Ya benar, ketiga sistem jaringan tersebut adalah jaringan dasar, jaringan dermis, dan jaringan pengangkut. Ketiga jaringan tersebut membentuk berbagai organ pada tumbuhan.

1. Jaringan Dasar

Jaringan dasar terdiri dari tiga macam jaringan, yaitu *parenkim*, *kolenkim,* dan *sklerenkim*.

Parenkim adalah jaringan yang tersusun atas sel-sel hidup yang berdinding tipis dan berbentuk kubus. Fungsi sel-sel parenkim, antara lain untuk fotosintesis, menyimpan makanan, dan menutup luka. Jika parenkim adalah jaringan yang sel-selnya tipis, maka kolenkim sebaliknya, yaitu sel-selnya tebal. Kolenkim adalah jaringan hidup yang memanjang dengan dinding sel lentur dan memiliki ketebalan yang berbeda-beda. Kolenkim berfungsi mendukung daerah pertumbuhan. Jaringan yang lain, yaitu sklerenkim. Sklerenkim adalah jaringan yang tersusun atas dinding sel yang sudah mati yang berfungsi untuk menguatkan dan mendukung tumbuhan. Perhatikan ketiga jaringan dasar berikut ini!

Sumber: Back, W. S, *et al.* 1993. *Lifes An Introduction to Biology.*

Gambar 7.2 Tiga jaringan dasar, yaitu parenkim (a), kolenkim (b), dan sklerenkim (c)

2. Jaringan Pengangkut

Jaringan pengangkut terdiri dari xilem dan floem. Kedua pembuluh itu berupa pipa-pipa kecil seperti pipa ledeng yang mengangkut cairan ke atas dan ke bawah.

a. Xilem (Xylem)

Xilem tersusun atas sel-sel yang sudah mati dan mengangkut air dan mineral dari akar ke daun. Xilem terdiri dari dua bagian, yaitu *trakeid* dan pembuluh. Trakeid adalah dinding panjang dan tebal yang ujungnya meruncing (Lihat gambar) Air mengalir dari trakeid ke trakeid melalui celah yang merupakan bagian dinding yang tipis dan berpori.

Pembuluh adalah dinding sel yang ujungnya melebar dengan lubang untuk mengalirkan air. Ujung-ujung pembuluh saling bersambungan sehingga membentuk semacam tabung panjang. Xilem pada tumbuhan berbiji tertutup tidak mengandung pembuluh akan tetapi hanya trakeid.

Sumber: Back, W. S, *et al* 1993. *Lifes An Introduction to Biology.*

Gambar 7.3 Xilem dan floem

b. Floem (Phloem)

Floem tersusun atas sel-sel yang hidup. Pada tumbuhan berbiji tertutup, ujung sel-sel penyusun floem berbentuk seperti ayakan atau tapis yang saling bersambungan membentuk tabung panjang. Oleh karena itulah floem sering disebut pembuluh tapis atau pembuluh ayak.

Zat-zat makanan mengalir dari sel ke sel melalui ujung yang berbentuk ayak tersebut. Di sebelah dari setiap sel-sel penyusun floem terdapat sel pendukung yang ikut berperan dalam mengatur mengalirnya zat-zat makanan dalam pembuluh. Perhatikan Gambar 7.3!

3. Jaringan Dermis

Jaringan dermis terdiri dari sel-sel yang melapisi bagian tumbuhan paling luar yang disebut *epidermis*. Umumnya, epidermis tertutup oleh lapisan *kutikula* yang mengandung lilin. Epidermis berfungsi melindungi tumbuhan, mengurangi penguapan air, dan mengatur pertukaran udara. Bagian yang terbuka dari epidermis disebut *stomata*. Stomata berfungsi mengatur keluar-masuknya udara dari dan ke dalam tumbuhan. Perhatikan gambar 7.4 di samping ini!

Sumber: Back, W. S, *et al.* 1993. *Life, An Introduction to Biology.*

Gambar 7.4 Epidermis dengan stomata

Soal Kompetensi

1. Sebutkan macam-macam jaringan pada tumbuhan!
2. Apakah yang dimaksud sistem jaringan pengangkut?

B. Struktur dan Fungsi Organ-Organ Tumbuhan

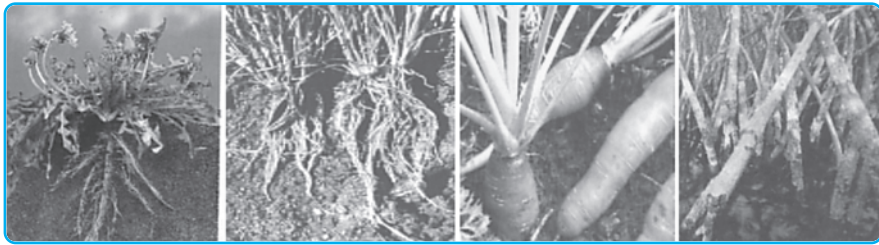
1. Akar

Sebagian akar berawal dari biji. Akar pertama yang tumbuh dari biji disebut akar primer. Akar primer tumbuh ke bawah dan merupakan akar yang terbesar. Kamu dapat melihat akar primer yang berfungsi untuk menyimpan makanan, misalnya pada wortel dan lobak. Pada beberapa tumbuhan akar tumbuh ke bawah membentuk akar tunggang. Beberapa tumbuhan akar primernya tidak membesar, melainkan tumbuh sejumlah akar-akar kecil yang tetap dekat permukaan tanah membentuk akar serabut. Tahukan kamu tumbuhan apa yang berakar serabut?

Beberapa jenis akar mempnyai fungsi tertentu bagi tumbuhan. Pada tanaman yang kadang tergenang air, misalnya tumbuhan bakau, akar tidak dapat memperoleh oksigen pada waktu tergenang air. Beberapa akar mencuat ke atas untuk benapas dan disebut akar napas.

Akar tumbuh pada bagian ujung akar (meristem ujung akar). Meristem ujung akar menghasilkan sel-sel yang membentuk jaringan dasar, jaringan pengangkut, dan jaringan epidermis. Selanjutnya berbagai jaringan itu membentuk akar.

Akar tumbuhan mempunyai beberapa fungsi, antara lain menyerap air dan zat-zat mineral dari dalam tanah. Akar pada beberapa tumbuhan berfungsi untuk menyimpan makanan. Akar juga berperan penting dalam menegakkan batang agar tidak roboh.

Beberapa bentuk akar dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

Sumber: Encarta Encyclopedia

Gambar 7.5 Beberapa bentuk akar. Dari kiri, akar tunggang, akar serabut, akar umbi, akar tunjang

2. Batang

Batang yang kita kenal, umumnya tumbuh di atas permukaan tanah. Akan tetapi tidak semuanya demikian. Pada beberapa tanaman, batangnya menjalar di atas permukaan tanah seperti pada pegagan dan arbei. Ada yang tumbuh ke dalam tanah menjadi umbi seperti pada kentang dan ketela. Ada yang tumbuh mendatar di bawah permukaan tanah seperti pada jahe dan laos. Batang kaktus berwarna hijau untuk fotosintesis dan mengandung spons untuk menyimpan air. Tahukah kamu bagian mana yang merupakan batang pisang?

Bagian batang yang tumbuh memanjang adalah pada bagian pucuk. Pada pucuk batang terdapat jaringan meristem. Maristem pucuk batang menghasilkan sel-sel yang membentuk jaringan dermis, jaringan dasar, dan jaringan pengangkut. Berbagai jaringan itu membentuk batang. Pertumbuhan melebar pada batang dihasilkan oleh maristem lateral (kambium). Kambium terdapat di antara jaringan pengangkut xilem dan floem.

Hampir semua batang, baik kecil maupun besar mempunyai tiga fungsi utama: menopang tegaknya tumbuhan, mengangkut air dan zat-zat mineral ke daun, pengangkutan zat makanan dari daun ke seluruh bagian tubuh, serta sebagai tempat menyimpan makanan. Di samping itu, batang merupakan alat perkembangbiakan secara vegetatif, misalnya umbi batang, geragih, dan rhizome.

Beberapa bentuk batang dapat dilihat pada gambar di bawah.

Sumber: Encarta Encyclopedia

Gambar 7.6 Berbagai bentuk batang. Searah jarum jam, batang tumbuhan kaktus, strawberi, beringin, kentang, dan mentimun.

3. Daun

Helaian daun umumnya berwarna hijau, merupakan lembaran pipih dan datar. Lembaran daun dihubungkan ke ranting atau cabang batang oleh tangkai daun. Helaian daun ada yang tunggal, misalnya pada pepaya dan ketela pohon, yaitu dalam satu tangkai daun tedapat satu lembar daun, ada pula yang majemuk, misalnya pada lamtoro. Lembaran daun majemuk terbelah menjadi sejumlah helaian daun. Pada beberapa jenis tumbuhan, helaian daun terbelah lagi sehingga membentuk daun mejemuk ganda

Fungsi utama daun adalah untuk fotosintesis. Tidak semua daun berfungsi untuk fotosintesis. Tumbuhan gurun misalnya, bentuk daun berubah menjadi alat pelindung seperti duri dan tidak melakukan fotosintesis. Sulur pada beberapa tanaman seperti kacang panjang merupkan perubahan bentuk daun mencari rambatan ke atas untuk menangkap matahari. Beberapa tanaman mempunyai daun berbentuk warna-warni, seperti bunga untuk menarik serangga. Pada tumbuhan pemakan serangga (insektivora), seperti kantong semar, daun berfungsi untuk menangkap serangga.

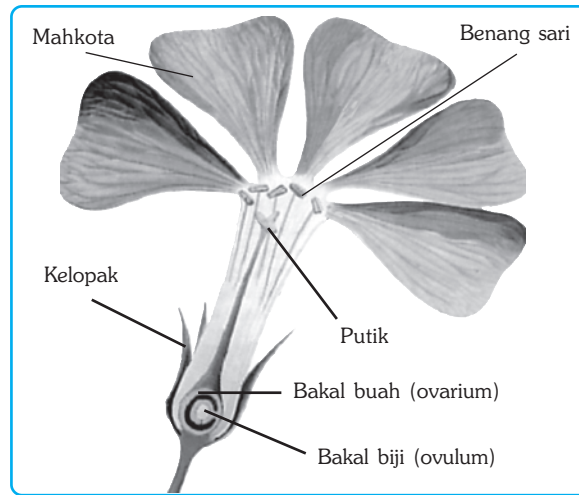
Daun terdiri dari tiga sistem jaringan. Jaringan epidermis daun umumnya tersusun atas selapis sel yang dilapisi oleh kutikula yang kedap air. Air, oksigen, dan karbon dioksida masuk dan keluar dari dan ke daun melalui stomata yang terdapat pada epidermis.

Tepat di bawah epidermis terdapat jaringan yang kaya akan kloroplast. Jaringan itu adalah jaringan palisade dan jaringan spons. Di bagian inilah sebagian besar fotosintesis berlangsung. Jaringan pengangkut terdapat pada berkas pembuluh pengangkut. Berkas pembuluh terdapat dalam urat daun. Jaringan pengangkut daun merupakan kelanjutan dari jaringan pengangkut ranting, tangkai daun, dan berlanjut pada jaringan mesofil daun.

Fungsi utama daun adalah sebagai tempat berlangsungnya fotosintesis. Di samping itu, daun juga berfungsi sebagai tempat keluarnya kelebihan air melalui transpirasi dan gutasi. Daun juga sebagai tempat berlangsungnya pertukaran gas, yaitu oksigen dan karbon dioksida melalui stomata atau mulut daun.

Beberapa bentuk daun dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

Sumber: Encarta Encyclopedia

Gambar 7.7 Berbagai bentuk daun. Beberapa daun berubah fungsi, berbentuk jarum untuk pertahanan, berwarna warni untuk menarik serangga, mengandung jaringan spons untuk menyimpan air dan untuk menjebak serangga (kantung Semar).

4. Bunga

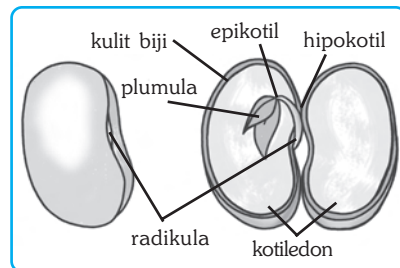
Gambar 7.8 Struktur bunga

Bagian yang paling menarik dari tumbuhan adalah bunga, warnanya indah cemerlang, bentuknya menawan, dan aromanya segar mewangi. Bunga, sebenarnya merupakan seperangkat alat perkembangbiakan. Bagian-bagian yang menjadi daya tarik bunga pada umumnya adalah mahkota dan kelopak, untuk menarik serangga agar terjadi penyerbukan dari bunga ke bunga.

Alat perkembangbiakan terdiri dari dua bagian, yaitu benangsari dan putik. Benangsari (*stamen*) adalah alat perkembangbiakan jantan dan alat perkebangbiakan betina adalah putik (*pistil*). Benangsari terdiri dari dua bagian. Kepala sari (*anthera*) yang berisi serbuk sari dan tangkai sari (*filamen*) yang mendukung kepala sari.

Tidak semua bunga warnanya indah. Bunga jagung misalnya, sama sekali tidak mempunyai bagian yang menarik seperti layaknya bunga sehingga tidak ada serangga yang hinggap. Sebagai gantinya bentuk bagian-bagian bunga beradaptasi untuk penyerbukan dengan angin.

5. Biji dan Buah

Jika kamu mengamati biji-bijian, secara umum struktur biji terdiri atas kulit biji, kotiledon, *radikula* (calon batang), dan *plumula* (calon daun). Di dalam biji juga terdapat *keping lembaga* dan *endosperma*. Keping lembaga akan tumbuh menjadi embrio atau individu baru, sedangkan endosperma menjadi makanan cadangan bagi pertumbuhan embrio tanaman. Biji bagi tumbuhan berfungsi sebagai alat perkembangbiakan generatif.

Gambar 7.9 Struktur biji

Biji biasanya dilindungi oleh kulit biji yang keras. Kulit biji berfungsi melindungi embrio hingga dapat tumbuh menjadi individu baru. Biji juga dilindungi oleh buah. Buah adalah pelindung biji yang berfungsi untuk membantu penyebaran biji hingga jauh dari tempat asalnya. Penyebaran biji biasanya dibantu oleh angin, air, hewan, ataupun oleh manusia. Bagaimana penyebaran biji yang dibantu oleh angin, air, hewan, ataupun oleh manusia? Diskusikan hal tersebut dengan temanmu atau tanyakan kepada gurumu!

Soal Kompetensi

1. Apakah yang dimaksud akar primer?
2. Sebutkan dan jelaskan fungsi batang!
3. Apakah fungsi bunga bagi tumbuhan?

Rangkuman

1. Tumbuhan memiliki tiga sistem jaringan utama, yaitu sistem jaringan dasar, sistem jaringan dermis, dan sistem jaringan pengangkut.
2. Berbagai sistem jaringan membentuk berbagai organ pada tumbuhan. Organ tersebut, antara lain akar, batang, dan daun.
3. Bunga adalah perubahan bentuk dari daun yang berfungsi sebagai alat perkembangbiakan generatif pada tumbuhan.

In Tips

Mengatur Waktu Berbunga

Bagi sebagian masyarakat, bunga mempunyai arti penting. Bunga sering dihadiahkan sebagai ungkapan suatu peristiwa atau menandakan perasaan hati tertentu, seperti ucapan selamat, bela sungkawa, cinta, dan sebagainya. Bunga juga sering digunakan untuk merayakan hari-hari tertentu yang dianggap sakral, sehingga dibutuhkan dalam jumlah yang besar.

Di masyarakat Jawa, bulan Ruwah atau sebulan menjelang Ramadhan, sering dianggap sebagai hari-hari terbaik untuk berziarah kubur dan merasa kurang lengkap jika tidak membawa bunga ke kuburan. Namun demikian, tanaman seringkali tidak berbunga pada saat diperlukan dan berbunga pada saat tidak diperlukan. Di samping persoalan musim, juga adanya hama dan penyakit tidak memungkinkan mengatur waktu berbunga secara tepat.

Di negara Eropa dan Amerika, telah dikembangkan pertanian yang dapat mengatur perbungaan pada saat diperlukan. Misalnya tumbuhan *poinsettia* yang sering digunakan untuk dekorasi hiburan akan tidak laku jika berbunga pada bulan Juni. Demikian juga untuk keperluan seperti Valentine, bunga akan tidak laku jika berbunga setelah tanggal 14 Februari atau setelah tanggal 1 Januari. Petani di negara maju telah mengembangkan cara bercocok tanam bunga yang dapat berbunga pada saat harga melonjak.

Bagaimana mereka dapat melakukan hal itu?

Di negara dengan empat musim, para petani bunga mengambil keuntungan dari panjang hari untuk menghasilkan tumbuhan pada saat yang tepat. Sebagai contoh bunga chrysanthemum, secara alami akan mekar pada musim gugur. Chrysant merupakan tumbuhan hari pendek yang memerlukan malam panjang untuk berbunga.

Untuk merangsang tumbuhan itu agar berbunga pada bulan Juni misalnya, maka mereka meletakkan tirai pelindung matahari pada beberapa jam menjelang senja. Hal ini akan mencegah matahari mencapai tumbuhan dan oleh karena itu memanjangkan jumlah waktu dalam gelap. Sebagai akibatnya tumbuhan diperdaya untuk menanggapi seolah-olah hari pendek. Demikian pula sebaliknya, untuk tanaman hari panjang, mereka akan memberikan sinar tambahan beberapa jam setelah matahari tenggelam.

Dengan menutup tumbuhan atau dengan memberi lampu tambahan, petani bunga hampir dapat menjamin akan memiliki tanaman atau bunga yang sesuai dengan waktu yang dibutuhkan. Dengan mengambil keuntungan siklus alam dari pertumbuhan dan perbungaan tanaman, konsumen dapat terjamin kebutuhan akan jenis tanaman dan bunga pada saat mereka menginginkan.

Sumber: Jhon H Postlethwait, et al, (1996) The Nature of Life, Mc Graw Hill, New York, USA.

A. *Pilihlah jawaban yang benar dengan menuliskan huruf a, b, c, atau d di buku tugasmu!*

1. Sistem jaringan tumbuhan yang menyusun berbagai organ, seperti akar, batang, daun, dan bunga terdiri dari jaringan di bawah ini, *kecuali* ... .
   a. jaringan dasar
   b. jaringan pengangkut
   c. jaringan ikat
   d. jaringan epidermis
2. Parenkim adalah jaringan yang terdiri dari sel-sel hidup yang berdinding tipis, berbentuk kubus, yang berfungsi antara lain di bawah ini, *kecuali* ...
   a. fotosintesis
   b. menyimpan air
   c. menyimpan makanan
   d. pertukaran udara
3. Bagian paling luar dari tubuh tumbuhan adalah epidermis yang berfungsi antara lain di bawah ini, *kecuali* ....
   a. melindungi tumbuhan
   b. mengurangi hilangnya air
   c. mengatur pertukaran udara
   d. menyerap air
4. Jaringan yang berfungsi mengangkut air dari akar menuju ke daun adalah ...
   a. xilem
   b. floem
   c. kambium
   d. korteks
5. Beberapa faktor yang mempengaruhi naiknya air dari akar ke daun antara lain di bawah ini, *kecuali* ... .
   a. daya dorong akar
   b. daya kapilaritas
   c. daya hisap daun
   d. kohesi dan adhesi
6. Fotosintesis sebagian besar berlangsung pada jaringan ... .
   a. epidermis
   b. parenkim spons
   c. parenkim palisade
   d. jaringan pembuluh daun

7. Kelebihan air dapat menyebabkan tubuh tumbuhan membusuk, oleh karena itu harus dikeluarkan melalui beberapa cara, antara lain ... .
   a. transpirasi, gutasi, evaporasi
   b. gutasi, transportasi, respirasi
   c. transpirasi, respirasi, gutasi
   d. gutasi, transportasi, transpirasi
8. Batang bagi tumbuhan secara umum mempunyai fungsi di bawah ini, *kecuali* ....
   a. menegakkan tubuh tumbuhan
   b. mengantarkan air dan zat-zat mineral dari akar ke daun
   c. menyimpan makanan cadangan
   d. melakukan fotosintesis
9. Alat kelamin bunga terdapat pada ... .
   a. putik dan benangsari
   b. putik dan bakal buah
   c. benangsari dan kepala putik
   d. benangsari dan bakal buah
10. Peristiwa difusi dapat kita temui dalam kehidupan sehari-hari, antara lain di bawah ini, *kecuali* ... .
   a. aroma masakan yang menyebar jauh dari sumbernya.
   b. air sungai berwarna hitam akibat limbah pabrik yang dibuang ke sungai
   c. merokok tidak hanya membahayakan perokok, tetapi juga orang yang berdekatan karena asap rokok dapat terhirup oleh siapa saja.
   d. suara ditengah malam terdengar lebih nyaring daripada siang hari

B. Kerjakanlah soal-soal berikut di buku tugasmu!

1. Sebutkan macam-macam jaringan yang menyusun tumbuhan!
2. Apakah fungsi batang?
3. Gambarkan diagram bunga dan sebutkan bagian-bagiannya!
4. Jelaskan pengertian osmosis. Berikan contohnya!
5. Apa perbedaan antara hama dengan penyakit? Berikan contohnya!

Refleksi

Struktur dan Fungsi Tubuh Tumbuhan

Kegiatan kali ini kamu akan mengadakan studi glosarium. Kata-kata atau frasa di bawah ini kamu dapatkan pada bab yang kamu pelajari. Penjelasannya dapat kamu baca kembali materi di atas, juga dapat kamu cari pada glosarium pada akhir buku ini. Ada baiknya kamu melihatnya pula di kamus biologi, sekaligus untuk menambah wawasan jika ada penjelasan yang lebih.

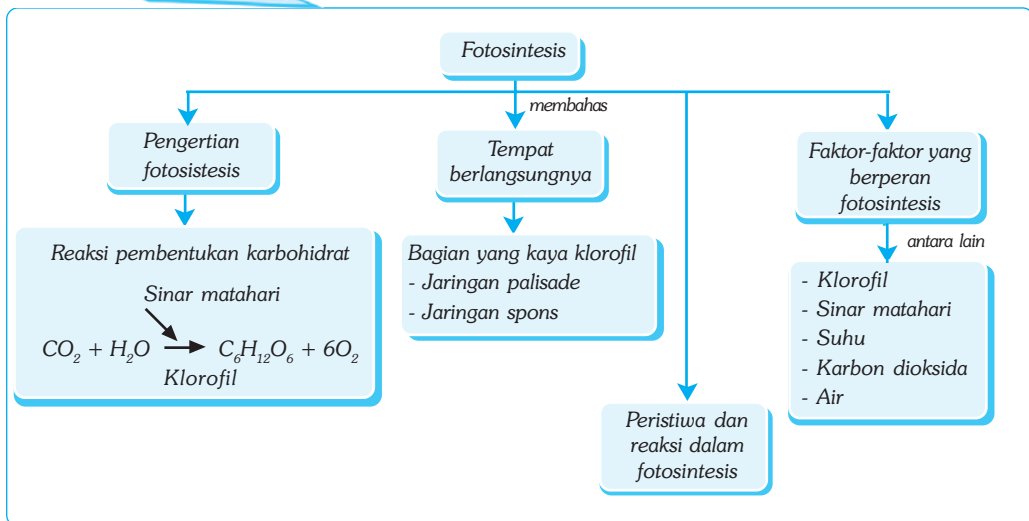
Buatlah tabel dengan dua kolom, kolom pertama berisi kata atau frasa, kolom kedua berisi arti atau penjelasannya.

Adhesi, akar primer, akar sekunder, akar serabut, akar tunggang, anthera, batang, biji, bunga, daya dorong akar, daun, daya hisap daun, dormansi, epidermis, filamen, floem, gutasi, hipertonik, hipotonik, insektivora, isotonik, kaliks, kapilaritas, kohesi, kolenkim, kutikula, lingkaran tahun, maristem, mesofil palisade, mesofil spons, osmosis, parenkim, perikel, pertumbuhan primer, pertumbuhan sekunder, sabuk kasparian, semipermeabel, xilem, sklerenkim, stomata, suberin, trakeid, transpirasi.

Bab VIII FOTOSINTESIS

Tujuan Pembelajaran

Kamu dapat mendeskripsikan proses perolehan nutrisi dan transformasi energi pada tumbuhan hijau.

Peta Konsep

Kata Kunci

- Fotosintesis
- Kloroplas
- Fluoresen
- Autotropik
- Klorofil
- Stomata
- Antosianin
- Karotin
- Fotolisis
- Reaksi Gelap
- Reaksi Terang
- Limiting Factor

Apakah semua makhluk hidup memerlukan energi untuk melangsungkan hidupnya? Darimana makhluk hidup memperoleh energi?

Semua makhluk hidup memerlukan energi untuk dapat melangsungkan hidupnya. Makhluk hidup umumnya memperoleh energi dari pembakaran zat-zat makanan (nutrisi) atau mengubah energi kimia yang terdapat di dalam makanan menjadi energi mekanik dalam peristiwa makan dan bernapas. Bagaimana tumbuhan memperoleh zat makanan atau nutrisi?

Sumber: Jhonson. 1995. *Biology, Visualizing of Life*

Gambar 8.1 Contoh proses perpindahan energi dari matahari ke makhluk hidup

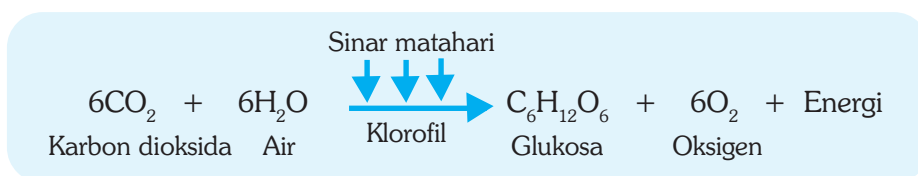
Tumbuhan adalah organisme *autotrof*, artinya dapat menghasilkan makanan sendiri. Makanan itu diperoleh dalam proses yang disebut fotosintesis. Dalam fotosintesis diperlukan air dan karbon dioksida. Dengan cahaya matahari, karbon dioksida dan air diubah oleh klorofil menjadi senyawa organik (karbohidrat).

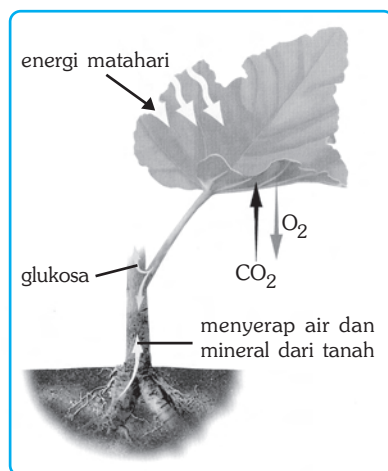
Dalam bab ini kamu akan mempelajari tentang bagaimana proses pengubahan zat-zat anorganik menjadi zat organik yang berlangsung di daun dengan bantuan energi sinar matahari.

A. Pengertian Fotosintesis

Tumbuhan disebut sebagai *organisme autotropik*, yaitu organisme yang dapat menghasilkan makanan sendiri. Makanan diperoleh melalui proses yang disebut *fotosintesis*. Tahukah kamu tentang fotosintesis? Fotosintesis berasal dari kata *fotos* yang artinya cahaya, dan *sintesis* yang artinya pembentukan. Fotosintesis merupakan proses pembentukan zat makanan dengan menggunakan cahaya. Proses penyusunan makanan melalui fotosintesis hanya dapat dilakukan oleh organisme yang memiliki klorofil. Klorofil berfungsi sebagai penangkap cahaya (antenna).

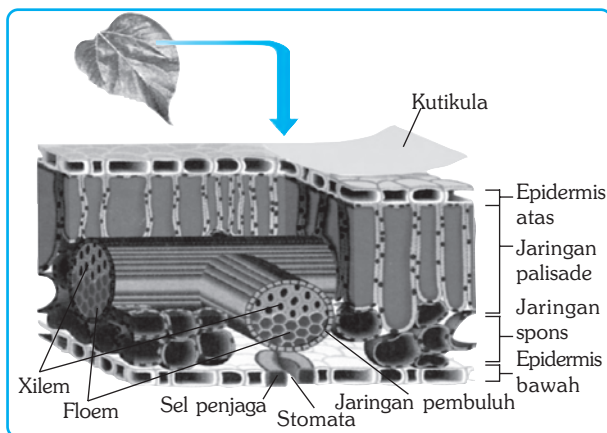
Jadi, fotosintesis akan berlangsung di kloroplas apabila terdapat cahaya. Selain cahaya, proses fotosintesis yang dilakukan tumbuhan memerlukan air (H_2O) dan karbon dioksida (CO_2). Dengan bantuan sinar matahari, karbon dioksida dan air akan diubah oleh klorofil menjadi karbohidrat dan oksigen. Secara sederhana, reaksi fotosintesis dapat dituliskan sebagai berikut.

$$\underset{\text{Karbon dioksida}}{6CO_2} + \underset{\text{Air}}{6H_2O} \xrightarrow[\text{Klorofil}]{\text{Sinar matahari}} \underset{\text{Glukosa}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{Oksigen}}{6O_2} + \text{Energi}$$

Peristiwa fotosintesis di atas, hanya dapat berlangsung jika terdapat klorofil dan cukup sinar matahari. Klorofil adalah pigmen hijau atau zat warna hijau daun yang berbentuk butiran-butiran yang terletak di dalam kloroplas. Kloroplas banyak terdapat di daun. Oleh karena itu, sebagian besar daun berwarna hijau. Daun memang tidak selamanya hijau, ada yang berwarna merah, kuning, atau warna yang lain. Hal itu terjadi karena di dalam kloroplas terdapat pigmen selain klorofil.

Selain pada daun, klorofil kadang-kadang dijumpai pada batang tumbuhan, khususnya tumbuhan yang daunnya telah mengalami modifikasi bentuk dan fungsi. Misalnya pada tumbuhan kaktus dan pinus.

Sumber: Kamus Visual, 2004.

Gambar 8.2 Proses fotosintesis pada daun

B. Bagian-Bagian Daun yang Berperan dalam Fotosintesis

Daun memiliki struktur yang sangat sesuai untuk melakukan fotosintesis. Bagian atas dan bawah daun dilindungi oleh selapis sel *epidermis* yang rapat satu sama lain. Sel-sel epidermis menghasilkan *kutikula* yang berlapis lilin sehingga daun transparan dan mengkilat, namun kedap air. Kutikula juga berperan menghalangi terjadinya pertukaran gas di bagian daun yang lain sehingga hanya terjadi di stomata.

Sumber: Jhonson. 1995. *Biology, Visualizing of Life*

Gambar 8.3 Struktur pembuluh daun

Stomata atau mulut daun adalah bagian yang terbuka dari daun. Umumnya stomata terdapat di bagian bawah daun. Stomata akan terbuka sewaktu daun memperoleh cukup sinar matahari dan tertutup sewaktu gelap. Perhatikan gambar di samping!

Seperti yang kamu ketahui, dalam gambar tersebut di antara epidermis atas dan epidermis bawah terdapat *jaringan mesofil* (bagian tengah daun). Jaringan mesofil adalah jaringan dasar yang tersusun atas *sel-sel parenkim* yang kaya klorofil. Fotosintesis berlangsung di jaringan ini. Pada sebagian besar tumbuhan, mesofil daun terdiri dari dua jaringan, yaitu *jaringan palisade* dan *jaringan spons*.

Sel-sel dari jaringan palisade (jaringan tiang atau pagar) berbentuk seperti tabung yang berjajar rapat satu sama lain serta membentuk lapisan tebal tepat di bawah epidermis. Dengan susunan seperti itu, maka antara satu sel palisade dengan sel palisade lainnya tidak saling menutupi sehingga masing-masing kloroplasnya dapat menyerap sinar matahari secara lebih efektif.

Di antara jaringan palisade dan epidermis bawah terdapat jaringan spons. Jaringan spons (jaringan bunga karang) terdiri dari sel-sel yang bentuknya tidak beraturan dan dikelilingi oleh sejumlah rongga udara. Hal tersebut bertujuan agar karbon dioksida dapat masuk ke dalam daun melalui stomata yang terletak di bawahnya. Kloroplas juga terdapat di jaringan spons sehingga fotosintesis juga dapat berlangsung di dalam jaringan ini, meskipun berskala kecil.

Di dalam jaringan spons, tepatnya di bawah jaringan palisade juga terdapat berkas pengangkut yang mengangkut air dan mineral yang berasal dari akar. Dengan demikian, air dapat berdifusi secara mudah ke dalam jaringan palisade.

Soal Kompetensi

1. Apakah yang dimaksud dengan fotosintesis? Tuliskan reaksi kimianya!
2. Sebutkan jaringan yang berperan di dalam fotosintesis!

Kegiatan

Fotosintesis

Untuk membuktikan bahwa dalam fotosintesis dihasilkan zat makanan (amilum atau karbohidrat), maka dilakukan percobaan sebagai berikut.

A. Alat dan Bahan

Gelas beker 600 ml tiga buah, alat pemanas, alkohol, kertas timah, daun tumbuhan yang terkena sinar matahari, gunting, pinset, larutan yodium, dan pipet.

B. Langkah Kerja

1. Menentukan daun dengan ukuran sedang, misalnya daun jambu air atau daun lain yang sejenis.
2. Menutup sebagian daun dengan kertas timah secara rapat, sehingga tidak terkena sinar matahari selama paling tidak 4 jam.
3. Memetik daun percobaan, membuka bagian daun yang ditutup dan masukkan segera ke dalam gelas yang berisi air mendidih untuk beberapa saat. Kemudian mengentaskan.

Catatan

Pada suhu tinggi sel-sel tumbuhan akan mati, sehingga tidak dimungkinkan berlangsungnya aktivitas biologi, misalnya fotosintesis.

4. Memasukkan daun percobaan ke dalam gelas yang berisi alkohol beberapa menit. Kemudian ditiriskan.

Catatan

Klorofil tidak larut dalam air, akan tetapi larut dalam alkohol. Klorofil yang terdapat di daun akan larut dalam alkohol sehingga akan tertinggal ketika dun diangkat.

5. Memasukkan daun ke dalam larutan yodium sehingga seluruhnya terendam. Setelah beberapa saat, daun diangkat dan diperiksa warna daun sekarang. Apakah warna daun setelah direndam dalam larutan Yoidum? Apakah warna daun semuanya sama?

Catatan

Warna coklat menunjukkan bahwa di dalam daun terdapat amilum. Sedangkan warna putih menunjukkan bahwa di tempat itu tidak terdapat amilum.

6. Memeriksa bagian daun yang ditutup. Apakah bagian daun ditutup berwarna putih? Jika demikian, maka di bagian daun yang ditutup tidak terdapat amilum. Mengapa bagian yang tidak terkena sinar matahari tidak terbentuk amilum?

Kesimpulan

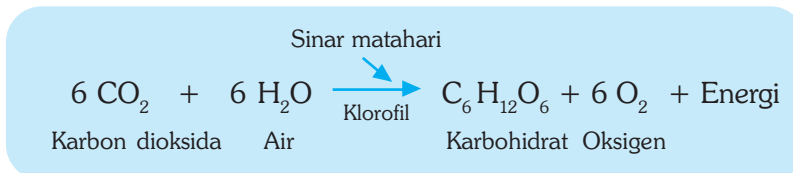
Percobaan ini membuktikan bahwa dalam fotosintesis dihasilkan amilum dan bahwa sinar matahari mutlak diperlukan dalam fotosintesis.

C. Proses Fotosintesis

Fotosintesis merupakan salah satu proses yang paling penting dan paling mengagumkan dalam biologi. Mengapa demikian? Pertama, fotosintesis memungkinkan tumbuhan menghasilkan glukosa yang kaya energi yang siap digunakan oleh makhluk hidup. Kedua, fotosintesis juga menghasilkan sejumlah molekul, seperti zat tepung dan selulosa (serat). Di dalam fotosintesis juga dihasilkan lemak, protein, vitamin, asam amino, dan molekul lainnya. Ketiga, di dalam fotosintesis dihasilkan oksigen yang merupakan unsur penting untuk pernapasan makhluk hidup.

Perhatikan kembali proses fotosintesis di bawah ini!

$$6\,CO_2 + 6\,H_2O \xrightarrow[\text{Klorofil}]{\text{Sinar matahari}} C_6H_{12}O_6 + 6\,O_2 + \text{Energi}$$

Karbon dioksida — Air — Karbohidrat — Oksigen

Dari jumlah sinar matahari yang jatuh ke bumi, hanya sedikit yang diserap daun yang digunakan untuk fotosintesis. Demikian pula dengan air, tidak semua air yang diangkut dari akar ke daun digunakan untuk fotosintesis. Sebagaian besar dikeluarkan kembali melalui transpirasi dan gutasi.

Proses fotosintesis sebenarnya melibatkan reaksi enzimatik yang panjang dan rumit. Sebagai tambahan pengetahuan bagaimana fotosintesis dapat menghasilkan senyawa karbohidrat dan oksigen dibawah ini akan diuraikan secara sederhana rangkaian peristiwa dalam fotosintesis.

Adanya klorofil dalam tumbuhan merupakan suatu berkah bagi kehidupan di bumi. Sebab klorofillah satu-satunya zat di bumi yang dapat menyerap energi matahari. Klorofil yang memberi warna hijau pada daun sebenarnya adalah butiran-butiran yang terdapat di dalam kloroplas. Ketika air mencapai daun, energi matahari memecah molekul air. Peristiwa ini disebut *fotolisis*. Dalam fotolisis dilepaskan oksigen.

Karbon dioksida yang diserap daun lewat stomata bergabung dengan hidrogen hasil fotolisis dan secara bertingkat dengan bantuan enzim membentuk karbohidrat.

Peristiwa pelepasan oksigen dalam fotosintesis merupakan bagian penting lainnya bagi kehidupan di bumi. Dengan pelepasan oksigen oleh tumbuhan, maka jumlah oksigen dalam atmosfer dapat dipertahankan.

Karbohidrat dan oksigen yang dihasilkan oleh tumbuhan dalam fotosintesis merupakan dua zat yang diperlukan oleh semua makhluk hidup, termasuk oleh tumbuhan itu sendiri. Karbohidrat adalah energi kimia yang dapat menjadi energi kerja jika tersedia oksigen.

Dalam sistem biosfer tertutup, di mana matahari merupakan sumber energi, maka semua materi di daur ulang, tidak terkecuali oksigen. Oksigen yang dihasilkan dalam fotosinthesis, dalam sel tanaman dan hewan digunakan untuk menguraikan karbohidrat untuk menghasilkan energi. yang diperlukan semua makhluk hidup.

Reaksi terang adalah reaksi fotosintesis yang memerlukan cahaya. Dalam reaksi terang berlangsung pengubahan energi sinar menjadi energi kimia, yaitu pemecahan molekul air menjadi hidrogen, oksigen, dan energi (perhatikan penjabaran pada tahap pertama). Energi yang terbentuk pada reaksi tersebut kemudian dimanfaatkan sebagai energi untuk berlangsungnya reaksi gelap.

Reaksi gelap adalah reaksi fotosintesis yang tidak memerlukan cahaya. Jika reaksi terang menghasilkan hidrogen, oksigen, dan energi, maka rekasi gelap sebaliknya, yaitu reaksi pembentukan glukosa dari karbon dioksida, hidrogen, dan air. Raksi gelap disebut juga *siklus Calvin*. Siklus Calvin adalah siklus yang menghasilkan molekul karbohidrat, terutama glukosa, amilum, dan selulosa. Beberapa dari molekul karbohidrat tersebut dimanfaatkan sebagai sumber energi bagi tumbuhan dan organisme pemakan tumbuhan (hewan dan manusia).

Selain dihasilkan glukosa, dalam proses fotosintesis juga dilepaskan oksigen. Peristiwa pelepasan oksigen dalam fotosintesis merupakan bagian penting lainnya bagi kehidupan di bumi. Dengan pelepasan oksigen oleh tumbuhan, maka jumlah oksigen dalam atmosfer dapat dipertahankan.

D. Faktor-faktor yang Berperan dalam Fotosintesis

Keberadaan fotosintesis sangat menentukan kalangsungan hidup hampir seluruh organisme yang ada di bumi. Fotosintesis sebagai proses alami yang terjadi di dalam tubuh tumbuhan tidak terlepas dari berbagai macam faktor yang mempengaruhinya. Faktor-faktor yang mempengaruhi tersebut, antara lain sebagai berikut.

1. Klorofil

Fungsi utama klorofil adalah menangkap dan menyerap sinar matahari agar dapat berlangsung fotosintesis. Klorofil dapat menangkap semua cahaya tampak dalam spektrum kecuali hijau dan kuning. Oleh karena itulah mengapa fotosintesis hanya berlangsung pada tumbuhan atau organisme yang di dalam sel-sel tubuhnya mengandung plastida.

2. Sinar Matahari

Energi surya yang dipergunakan oleh tumbuhan untuk menyelenggarakan fotosintesis sebenarnya sangat kecil dibanding dengan energi yang tersedia, yakni kurang dari 2%. Disamping itu, tidak semua sinar matahari bermanfaat untuk fotosintesis. Hanya sinar yang mempunyai panjang gelombang tertentu yang efektif untuk kegiatan fotosintesis.

Jika kita mengikuti radiasi sinar matahari sepanjang hari, maka kegiatan fotosintesis akan menujukkan kurva yang rendah di pagi hari, naik dan mencapai puncaknya di siang hari, kemudian turun dan merendah pada sore hari.

Kegiatan fotosintesis sesuai dengan banyaknya sinar yang diterima tumbuhan. Puncak-puncak kegiatan fotosintesis berkaitan dengan sifat klorofil yang mempunyai spektrum puncak, yaitu nila dan merah.

Tokoh

Jon Ingenhausz (1730-1799)

Sumber : Jendela Iptek, Kehidupan.2002

Jon Ingenhausz adalah seorang dokter berkebangsaan Belanda. Ia melanjutkan penelitian yang pernah dilakukan oleh Stephen Hales, yaitu bahwa tumbuhan mengambil karbon dioksida. Dari percobaan-percobaan yang dilakukan Ingenhausz, diketahui bahwa tumbuhan menyerap karbon dioksida hanya jika ada cahaya. Jika tidak ada cahaya atau dalam keadaan gelap maka tumbuhan akan mengeluarkan karbon dioksida dan mengambil oksigen. Hasil temuan ini menunjukkan bahwa cahaya mempunyai peran penting dalam fotosintesis.

3. Suhu

Temperatur juga memegang peranan penting dalam fotosintesis. Suhu optimal (suhu di mana fotosintesis berlangsung maksimum) berkisar antara 10° - 35°C. Pada umumnya tumbuhan tropik tidak mengadakan kegiatan pada suhu di bawah 5°C.

4. Karbon Dioksida (CO_2)

Di daerah tropik, di mana cahaya dan suhu terdapat dalam jumlah yang melimpah, maka CO_2, merupakan faktor pembatas. Sekalipun terdapat cahaya melimpah, dan pada tingkat suhu optiumum, tumbuhan tidak melakukan kegiatan fotsintesis jika tidak tersedia CO_2. Dalam rumus fotosintesis dinyatakan bahwa jumlah jumlah CO_2 yang digunakan sama dengan jumlah O_2 yang dihasilkan.

5. Air

Air merupakan faktor lain yang berperan penting dalam fotosintesis. Jika tidak tersedia air, maka tidak akan terjadi fotolisis, sehingga tidak dimungkinkan pembentukan gula. Sekalipun CO_2 tersedia dalam jumlah melimpah, demikian pula halnya dengan cahaya dan tempertur, akan tetapi ketiadaan air akan mengahmbat proses fotosinthesis.

Ilmuwan Kecil

Pernahkah kamu duduk-duduk di bawah pohon yang rindang pada siang hari? Apa yang kamu rasakan? Mengapa hal itu terjadi? Diskusikan dengan teman satu kelompokmu tentang hal-hal tersebut! Ingatlah kembali zat-zat yang diperlukan dan dihasilkan dalam proses fotosintesis!

Soal Kompetensi

1. Sebutkan faktor-faktor yang mempengaruhi fotosintesis!
2. Apakah fotosintesis terjadi juga pada malam hari? Jelaskan!

Rangkuman

1. Tumbuhan adalah salah satu contoh organisme yang mampu menangkap energi dari sinar matahari yang digunakan untuk mengubah zat anorganik menjadi zat organik melalui fotosintesis.
2. Fotosintesis adalah sederetan proses rumit yang melibatkan banyak faktor dan hanya dapat dilakukan oleh tumbuhan atau organisme lain yang memiliki klorofil.

3. Beberapa faktor penting seperti klorofil, sinar matahari, karbon dioksida, air, dan suhu, sangat dibutuhkan keberadaannya agar fotosintesis dapat berlangsung.
4. Hasil fotosintesis berupa zat makanan dan oksigen sangat dibutuhkan, baik oleh organisme yang melakukan fotosintesis sendiri maupun organisme lain.
5. Jika Tuhan tidak menciptakan tumbuhan yang dapat menghasilkan makanan dan oksigen, maka kehidupan di alam ini akan musnah.

Menemukan Cara yang Lebih Baik

Seperti yang kamu pelajari pada bab ini, air, karbon dioksida, klorofil, dan sinar merupakan resep sederhana yang diperlukan agar terjadi reaksi kimia yang paling penting bagi kehidupan di bumi, yaitu fotosintesis. Kemampuan tumbuhan menggunakan energi sinar untuk membuat glukosa mencengangkan para pakar sejak lama. Tumbuhan bukanlah satu-satunya yang dapat melakukan fotosintesis. Sejumlah algae dan bakteri juga mampu menggunakan sinar matahari sebagai sumber energi. Para pakar biokimia masih mencari jawaban atas pertanyaan tentang apa yang terjadi di dalam fotosistem.

Karena tidak ada cara untuk melihat secara langsung ke dalam membran fotosintetik, maka ilmuwan tidak punya cara untuk mengetahui jika struktur dari pusat reaksi dapat menunjukkan, misalnya bagaimana transfer elektron dari klorofil ke molekul.

Hartmut Michel, seorang peneliti Jerman mencoba mencari jawaban dengan mengkristalkan pusat reaksi fotosintesis. Jika dapat membuat kristal protein pusat reaksi, maka strukturnya dapat ditentukan dengan melewatkan sinar radio aktif dan menganalisa bagaimana sinar X akan terurai, suatu proses yang disebut kristalografi sinar X. Persoalannya adalah bahwa pusat reaksi itu adalah membran protein dan tidak seorang pun yang pernah mengkristalkan membran protein. Jadi, ini dianggap sebagai hal yang mustahil.

Michel punya gagasan untuk mensintesis molekul ditergen yang diharap akan dapat mengikat membran protein sehingga lebih mudah untuk mengkristal. Gagasannya berjalan baik dan dalam beberapa bulan dia telah mampu membuat kristal pusat reaksi fotosintetik bakteri yang hampir sempurna. Tiga tahun kemudian dia berhasil mengkodekan pola sinar X yang terurai oleh kristal itu.

Dari analisis gambar yang dihasilkan, diperoleh gambaran tentang bagaimana sepasang molekul klorofil diikat di dalam pusat reaksi dan bagaimana elektron menembus pigmen ke pembawa elektron di dekatnya. Kerja Michel ini membantu memahami bagaimana kerja pusat reaksi fotosintesis. Dari penemuannya itu, pada tahun 1988 Michel memperoleh Nobel dalam bidang Kimia.

Sumber: Willian S Back, et al (1994) Life, Harper Collin Inc, New York, USA.

Pelatihan

A. *Pilihlah jawaban yang benar dengan menuliskan huruf a, b, c, atau d di buku tugasmu!*

1. Di bawah ini pengertian fotosintesis yang tepat, *kecuali* ....
   a. proses pembentukan zat makanan dengan menggunakan cahaya
   b. proses pengubahan karbon dioksida dan air menjadi glukosa
   c. proses pengubahan glukosa menjadi karbon dioksida dan air
   d. proses pembentukan makanan dengan bantuan klorofil
2. Bagian sel tumbuhan yang dapat menangkap sinar matahari untuk melakukan fotosintesis adalah ....
   a. mitokondria
   b. dinding sel
   c. plastida
   d. ribosom
3. Dalam fotosintesis dihasilkan karbohidrat dan oksigen. Reaksi kimia yang benar dari pembentukan kedua zat tersebut adalah ....
   a. $6\ CO_2 + 6\ H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2$
   b. $C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2 \rightarrow 6\ CO_2 + 6\ H_2O$
   c. $C_6H_{12}O_6 + 6\ H_2O \rightarrow 6\ CO_2 + 6\ O_2$
   d. $6\ H_2O + 6\ O_2 \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6\ CO_2$
4. Dua zat yang diperlukan oleh semua makhluk hidup, termasuk oleh tumbuhan itu sendiri yang dihasilkan dalam fotosintesis adalah ... ..
   a. karbohidrat dan karbon dioksida
   b. karbohidrat dan oksigen
   c. karbon dioksida dan oksigen
   d. zat organik dan karbon dioksida
5. Intensitas fotosintesis tertinggi berlangsung pada waktu ....
   a. pagi hari
   b. siang hari
   c. sore hari
   d. malam hari

6. Di bawah ini yang *bukan* ciri-ciri reaksi terang dalam fotosintesis, yaitu ....
   a. reaksi yang memerlukan cahaya
   b. reaksi pemecahan molekul air menjadi hidrogen, oksigen, dan energi
   c. pengubahan energi sinar menjadi energi kimia
   d. menghasilkan molekul karbohidrat, terutama glukosa dan amilum
7. Dalam fotosintesis dihasilkan oksigen. Oksigen yang dilepas berasal dari reaksi ..
   a. fotolisis air
   b. enzimatik gula
   c. fotolisis karbon dioksida
   d. enzimatik
8. Dalam reaksi fotosintesis, klorofil berperan sebagai ....
   a. menyerap karbon dioksida
   b. menyerap energi cahaya
   c. menyerap oksigen
   d. menyerap H_2O dan CO_2
9. Dalam percobaan fotosintesis digunakan alkohol yang berfungsi untuk …
   a. melarutkan klorofil dari daun sehingga hanya tersisa amilum
   b. melarutkan amilum sehingga hanya tersisa klorofil
   c. mematikan sel-sel daun sehingga tidak ada lagi kegiatan fotosintesis
   d. memperjelas kandungan amilum pada daun yang terkena sinar matahari
10. Pada percobaan fotosintesis yang menggunakan tanaman hidrilla, ketika ke dalam tabung reaksi tersebut dimasukkan korek api, bara korek api makin membara. Berarti, gas yang terdapat di dalam tabung reaksi tersebut ialah gas ....
    a. oksigen
    b. nitrogen
    c. karbon dioksida
    d. hidrogen

B. *Kerjakanlah soal-soal berikut di buku tugasmu!*

1. Apakah yang dimaksud dengan fotosintesis?
2. Jelaskan mengapa peristiwa fotosintesis sangat penting bagi kehidupan makhluk hidup di bumi!
3. Bagaimana fotosintesis berlangsung?
4. Kapan fotosintesis berlangsung paling efektif? Mengapa?
5. Sebutkan faktor-faktor yang memengaruhi fotosintesis!

Refleksi

Manfaat Tumbuhan bagi Kehidupan Kita

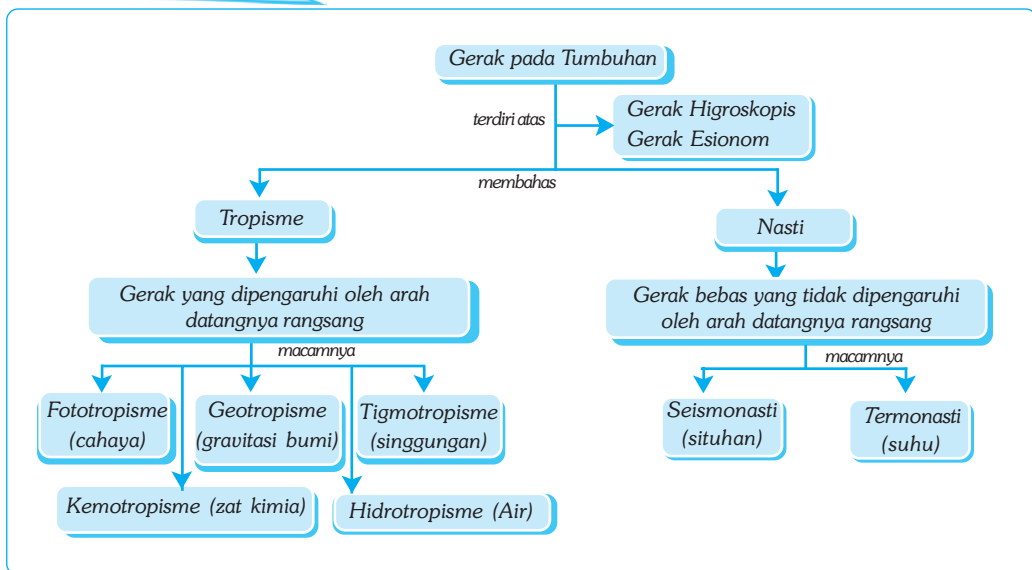
Tumbuhan sangatlah penting bagi kehidupan kita. Tumbuhan hijau menghasilkan oksigen untuk pernapasan dan makanan yang kita makan. Semua makanan yang kita makan berasal dari tumbuhan atau hewan yang makan tumbuhan. Tahukah kamu, bahwa 85% makanan berasal dari buah? Termasuk buah adalah biji-bijian dan kacang-kacangan. Bagian tumbuhan lain yang kita makan adalah batang atau akar yang berubah fungsi menjadi umbi, seperti kentang dan ketela pohon. Tahukah kamu, bagian tumbuhan mana yang dijadikan tepung sagu? Sayur mayur pada umumnya adalah daun atau bunga, seperti kubis dan brokoli.

Semua bagian tumbuhan yang kita makan pada umumnya mengandung tepung atau glukosa hasil fotosintesis. Tugas kamu adalah membuat daftar bahan makanan dari masing-masing kategori berikut ini dengan penjelasan akan manfaatnya, yaitu bahan makanan yang berasal dari akar, batang, daun, bunga, dan buah.

Bab IX GERAK PADA TUMBUHAN

Tujuan Pembelajaran

Kamu dapat mengidentifikasi macam-macam gerak pada tumbuhan.

Peta Konsep

Kata Kunci

- Gerak Higroskopis
- Gerak Esionom
- Gerak Tropisme
- Geotropisme
- Tigmotropisme
- Kemotropisme
- Gerak Nasti
- Seismonasti
- Niktinasti
- Turgor
- Kemotaksis
- Fototaksis

Apakah yang kamu lihat pada gambar di samping? Menurut pendapatmu, apakah kecambah itu menuju ke arah sesuatu ataukah menghindari sesuatu? Apakah kamu menangkap sebagai suatu gerak tumbuhan karena adanya rangsangan tertentu? Samakah dengan gerakan karena ditiup angin?

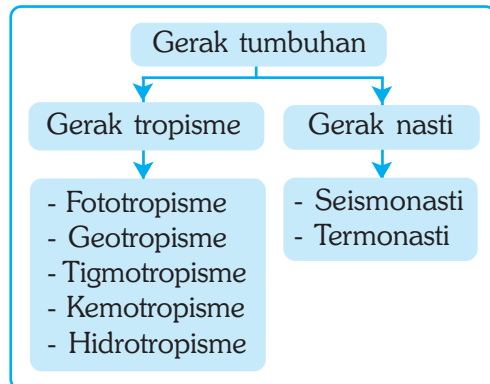
Sumber: Jhonson & Raven. 1996. *Biology, Principle and Exploration.*

Gambar 9.1 Salah satu bentuk aktivitas yang dilakukan tumbuhan. Tahukah kamu aktivitas/gerak apakah yang dilakukan oleh tumbuhan di atas?

Salah satu ciri makhluk hidup adalah kemampuan menerima dan menanggapi rangsang. Tumbuhan tidak mempunyai sistem indra, tidak memiliki sistem saraf untuk menerima rangsang, dan tidak memiliki alat gerak yang memungkinkan tumbuhan bergerak bebas. Namun demikian, tumbuhan mempunyai zat kimia tertentu yang peka terhadap rangsang dan menanggapi rangsang. Gerak tumbuhan biasanya sederhana, yaitu berupa gerak tubuh.

Dalam bab ini kamu akan mempelajari lebih jauh tentang gerak tumbuhan dan faktor-faktor yang memengaruhinya

Macam-macam Gerak pada Tumbuhan

Pada tahun 1851, Charles Darwin dan anaknya Francis menerbitkan buku yang berjudul Kemampuan Gerak pada Tumbuhan. Dalam bukunya itu ia melaporkan hasil penelitiannya tentang bagaimana kecambah menanggapi rangsang cahaya. Pertumbuhan kecambah akan membengkok ke arah datangnya sinar matahari seiring dengan pertumbuhan memanjang. Darwin menemukan bahwa jika pucuk kecambah itu ditutup dengan sesuatu sehingga terhalang dari sinar matahari, maka kecambah tidak membengkok. Jika pucuknya ditutup dengan sesuatu yang transparan yang memungkinkan sinar mencapai pucuk, maka kecambah membengkok. Darwin menyimpulkan bahwa ada zat pada pucuk kecambah yang menyebabkan kecambah membengkok.

Gambar 9.2 Skema gerak pada tumbuhan.

1. Gerak Tropisme

Tropisme berasal dari bahasa Latin yang berarti membelok. Gerak tropisme atau tropi adalah gerak pada bagian tumbuhan yang dipengaruhi oleh datangnya rangsang (menuju atau menjauhi rangsang).

Gerak tropisme merupakan respon tumbuhan terhadap rangsangan lingkungan yang dipengaruhi oleh arah datangnya rangsangan. Jika suatu tumbuhan bergerak mendekati arah rangsangan, maka gerak tersebut dinamakan *tropisme positif*. Sementara itu, jika tumbuhan bergerak menjauhi arah datangnya rangsangan, maka gerak ini dinamakan *tropisme negatif*.

Setiap jenis gerak tropisme diberi nama sesuai dengan jenis rangsangannya. Gerak tumbuhan karena rangsangan cahaya disebut *fototropisme*. Gerak tumbuhan karena rangsangan air disebut *hidrotropisme*. Gerak tumbuhan karena rangsangan gravitasi bumi disebut *geotropisme*, dan sebagainya.

a. Fototropisme

Fototropisme adalah gerak pertumbuhan tanaman yang disebabkan oleh pengaruh datangnya cahaya atau sinar matahari. Gerak tersebut berwujud membengkoknya ujung batang ke arah datangnya sinar. Jika kamu meletakkan tanaman hias di tempat yang terlindung, seperti di dekat pintu jendela, maka kamu akan menyaksikan batang tumbuhan berangsur-angsur membengkok ke arah datangnya sinar matahari. Tahukah kamu, bagaimana proses terjadinya gerak tersebut?

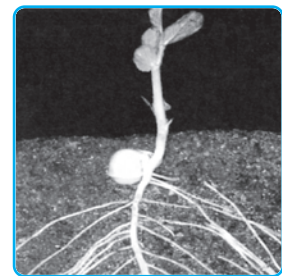
Sumber: Biggs, *et al*. 1995. *Biology, The Dinamic of Life.*

Gambar 9.3 Contoh gerak tropisme yang dipengaruhi cahaya (fototropisme)

Gerak membengkoknya batang ke arah cahaya tersebut disebabkan oleh hormon *auksin*. Pada pertumbuhan normal, auksin biasanya tersebar merata di ujung batang. Jika sinar matahari hanya mengenai salah satu sisi batang, maka auksin akan diangkut ke sisi batang lain yang tidak terkena sinar matahari. Peningkatan konsentrasi auksin menyebabkan pertumbuhan sel-sel yang tidak terkena sinar matahari akan menjadi terpacu. Akibatnya, sisi batang tersebut menjadi lebih panjang daripada sisi batang lainnya sehingga batang seolah-olah membengkok ke arah datangnya sinar matahari.

b. Geotropisme

Geotropisme adalah gerak pertumbuhan tanaman menuju ke arah tanah atau ke bawah karena pengaruh gravitasi bumi. Gerak geotropisme juga dipengaruhi oleh hormon auksin.

Gerak geotropisme dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu *geotropisme positif* dan *geotropisme negatif*. Contoh gerak geotropisme positif, yaitu gerakan ujung akar menuju ke pusat bumi (bawah), sedangkan contoh gerak geotropisme negatif, yaitu gerakan ujung tunas/batang menuju ke atas. Bagaimana dengan gerak bunga kacang masuk ke tanah.

Sumber: Jhonson & Raven. 1996. *Biology, Principle and Exploration.*

Gambar 9.4 Contoh gerak geotropisme positif

c. Tigmotropisme

Pernahkan kamu melihat tumbuhan membelit seperti tumbuhan mentimun? Perhatikan gambar di samping! Apa yang dapat kamu lihat dari gambar tersebut? Mentimun memiliki sulur yang digunakan untuk membelit dan merambat ke atas sehingga batangnya dapat tumbuh meninggi. Bagaimana sulur mentimun

dapat membelit pada benda keras? Membelitnya sulur adalah akibat dari gerak *tigmotropisme* yang dimiliki tumbuhan mentimun.

Sumber: Jhonson & Raven. 1996. *Biology, Principle and Exploration.*

Gambar 9.4 Sulur yang dimiliki tumbuhan mentimun dapat digunakan untuk membelit benda di sekitarnya.

Tigmotropisme adalah gerak bagian tumbuhan karena adanya rangsangan singgungan. Contohnya, yaitu gerak sulur pada tumbuhan *Cucurbitaceae,* seperti mentimun dan semangka. Gerak tigmotropisme ini dipengaruhi oleh hormon auksin dan hormon *etilen.* Kedua hormon tersebut berfungsi untuk mengendalikan gerak membelit. Sulur tumbuhan jika menyentuh benda padat akan membuat gerakan melingkar sebagai panjatan ke atas dan melekatkan diri pada benda padat tersebut. Dengan demikian, tumbuhan dapat terus meninggi sehingga membuka peluang untuk mendapatkan sinar matahari lebih banyak.

d. Kemotropisme

Kemotropisme adalah gerak pada bagian tumbuhan karena pengaruh rangsangan yang berupa zat kimia. Contohnya gerak ujung akar menuju lapisan tanah yang kaya akan unsur hara dan gerakan tumbuhnya serbuk sari agar dapat terjadi penyerbukan dengan putik.

e. Hidrotropisme

Hidrotropisme adalah gerak tumbuhan sebagai tanggapan atas rangsangan air. Contohnya gerak ujung akar menuju ke arah lingkungan yang berair. Dalam sebuah percobaan, jika air dari sumber air dialirkan melalui pipa yang terletak di dekat tumbuhan, maka akar tumbuhan akan memanjang ke arah pipa. Akhirnya, akar masuk ke dalam pipa. Benarkah demikian? Coba buktikan!

2. Gerak Nasti

Nasti adalah gerak tumbuhan sebagai tanggapan atas rangsangan dari lingkungan. Namun, nasti merupakan gerakan bebas yang tidak dipengaruhi oleh arah datangnya rangsangan. Misalnya, gerak pada tumbuhan putri malu. Daun putri malu jika disentuh akan mengatup dan rantingnya akan merunduk beberapa saat.

Nasti disebabkan oleh berkurangnya tekanan turgor karena keluarnya air dari sel. Keluarnya air dari dalam sel, khususnya sel-sel bagian bawah tangkai daun menyebabkan daun menjadi lunglai sehingga mengatup. Coba cari contoh gerak nasti yang lain!

Tekanan turgor adalah tekanan yang disebabkan oleh sejumlah air yang masuk ke dalam sel dan mendesak dinding sel. Dalam kehidupan sehari-hari, pengaruh tekanan turgor dapat dilihat saat kamu meniup balon. Jika kamu meniup balon, maka balon akan mengembang dan mengeras sehingga dapat berdiri tegak. Keadaan ini tentu berbeda dengan keadaan balon sebelum ditiup, bukan?

Berdasarkan jenis rangsang yang mempengaruhinya, gerak nasti dibagi menjadi beberapa kelompok, antara lain gerak seismonasti, niktinasi, dan termonasti.

a. Seismonasti

Seismonasti adalah gerak nasti tumbuhan karena pengaruh getaran atau sentuhan. Misalnya, sentuhan terhadap daun putri malu dapat menyebabkan daun mengatup dan tangkainya rebah selama beberapa saat.

Mengatupnya daun putri malu ini dipicu oleh gerakan cepat ion kalium yang terdapat di antara sel-sel parenkim dasar tangkai daun dan ranting. Sentuhan menyebabkan ion-ion kalium didorong keluar dari sel-sel yang terdapat di bagian bawah tangkai daun. Peristiwa tersebut lalu diikuti dengan keluarnya air dari sel-sel di daerah itu secara osmosis. Keluarnya air dari dalam sel menyebabkan tekanan turgor berkurang sehingga tangkai daun tampak lunglai dan daun mengatup layu.

b. Termonasti

Termonasti adalah gerak nasti pada bagian tumbuhan karena pengaruh suhu. Tujuan dari gerak ini, yaitu untuk menghindari penguapan yang berlebihan sehingga penggunaan air dan energi dapat dihemat. Contoh gerak termonasti dapat diamati pada gerak mekarnya bunga tulip karena pengaruh kenaikan suhu lingkungan. Coba sebutkan contoh tumbuhan lainnya yang melakukan gerak termonasti! Bagaimana dengan gerak mekarnya bunga pukul empat (*Mirabilis jalaba*) pada sore hari?

Kegiatan

Gerak Nasti pada Tumbuhan Putri Malu

A. Tujuan

Kamu dapat mengetahui gerak nasti pada tumbuhan putri malu.

B. Alat dan Bahan

Stopwatch atau arloji, alat tulis, korek api, lilin, dan tumbuhan putri malu (*Mimosa pudica*).

C. Langkah Kerja

1. Dapatkan tumbuhan putri malu di sebuah kebun. Jika kamu memasuki kebun orang lain, pastikan bahwa kamu telah memperoleh izin dari yang punya. Jelaskan maksudmu secara sopan. Jika yang punya menolak, jangan memaksa. Cari di tempat-tempat berumput lainnya!
2. Jika kamu sudah mendapatkan tumbuhan putri malu, amati terlebih dahulu keadaannya. Carilah tumbuhan putri malu yang seluruh daunnya terbuka dan rantingnya tegak. Siapkan stopwatchmu!

3. Sentuh bagian ranting tumbuhan secara perlahan dengan menggunakan alat tulis. Jangan menyentuh dengan tangan karena batang putri malu mempunyai duri. Apa yang terjadi pada ranting dan daun yang telah kamu sentuh? Disebut apakah gerakan itu?
4. Amati lama waktu yang dibutuhkan agar ranting dapat tegak kembali. Amati bagian mana yang tegak lebih dahulu, daun atau rantingnya, bagian yang lebih dekat dengan akar atau yang lebih jauh. Catat hasilnya di buku tugasmu!
5. Ulangi kegiatan di atas dengan menyentuh ranting yang sama. Catat berapa lama waktu yang dibutuhkan agar ranting dapat tegak seperti semula. Lakukan sebanyak 5 kali. Masukkan hasilnya ke dalam tabel!

Sentuhan ke-	Lama Rebah (menit)	Luas Bagian Tumbuhan yang Rebah	Bagian Tumbuhan yang Lebih Dulu Tegak
1			
2			
3			
4			
5			

6. Nyalakan lilin. Dekatkan api lilin pada ranting tumbuhan. Usahakan agar api tidak mengenai langsung atau terlalu dekat sehingga tidak membakar ranting. Amati apa yang terjadi pada ranting! Disebut apakah gerakan itu?
7. Kesimpulan apa yang kamu peroleh dari percobaan ini? Diskusikan bersama temanmu dan tulis kesimpulannya di buku tugas!

Ilmuwan Kecil

Hewan dan tumbuhan adalah dua contoh makhluk hidup. Antara keduanya sama-sama melakukan gerak. Apakah gerak keduanya sama ataukah berbeda? Apakah perbedaan utama dari kepekaan hewan dan tumbuhan? Bagaimana pula gerak pada tumbuhan air seperti hidrilla dan enceng gondok? Diskusikan pertanyaan-pertanyaan di atas dengan temanmu dan laporkan hasilnya kepada gurumu untuk dijelaskan secara lebih terperinci!

Soal Kompetensi

1. Jelaskan perbedaan gerak pada hewan dan tumbuhan!
2. Jelaskan gerak tropisme dan nasti serta berikan contohnya!

Rangkuman

1. Tumbuhan peka terhadap rangsang tertentu dan menunjukkan respon terhadap rangsangan dari lingkungan dalam bentuk gerak.
2. Gerak pada tumbuhan adalah gerak tubuh dan bukan gerak pindah tempat.
3. Pada prinsipnya, gerak pada tumbuhan dibagi menjadi dua, yaitu gerak tropisme dan gerak nasti.
4. Gerak tropisme dan nasti masing-masing dibedakan menjadi berbagai macam gerak.
5. Gerak tropisme sebagian besar dipengaruhi oleh hormon auksin, sedangkan gerak nasti dipengaruhi oleh tekanan turgor.

In Tips

Penemuan Hormon Auksin

Penemuan hormon auksin melibatkan ilmuwan di seluruh dunia. Charles Darwin dan anaknya Francis mulai mempelajari fototropisme pada kecambah gandum sejak tahun 1890-an. Mereka mengamati bahwa melengkungnya ke arah sinar terjadi pada koleoptil bagian yang memanjang dan mengajukan hipotesis bahwa daerah itu peka terhadap sinar.

Darwin mendesain beberapa percobaan untuk menguji hipotesisnya. Pertama mereka menutup bagian yang memanjang dengan kertas metal untuk mencegah sinar jatuh ke jaringan. Ternyata tidak ada efeknya terhadap gerakan melengkung. Gerakan melengkung hanya terhenti ketika kertas metal menutup bagian ujung koleoptil.

Darwin menyimpulkan bahwa jika kecambah dibiarkan terkena sinar secara lateral, maka "sesuatu" akan dialirkan dari atas ke bawah yang menyebabkan kecambah tumbuh membengkok. Darwin menyimpulkan bahwa "sesuatu" itu mengalir dari ujung koleoptil ke bagian yang memanjang yang menyebabkan tumbuh tidak sama.

Pada tahun 1926, ahli biologi asal Belanda, Frits Went menjelaskan tentang kesimpulan darwin dengan mengajukan pertanyaan: (1) apakah "sesuatu" itu elektrik ataukah kimiawi? (2) apakah "sesuatu" itu dapat diisolasi atau tidak? Went kemudian mendesain percobaan dengan tetap membiarkan kecambah dalam suasana gelap. Went memotong ujung koleoptil beberapa kecambah dan meletakkannya pada agar. Setelah satu jam, dia membuang ujung koleoptil itu, kemudian dia menempatkan potongan kecil agar itu pada salah satu sisi ujung tumbuhan. Ternyata koleoptil tersebut tumbuh menjauh dari sisi dimana potongan agar itu diletakkan. Kelengkungannya akan berlipat dua kali jika dia meletakkan dua potongan kecil agar.

Went melanjutkan percobaan tersebut untuk memastikan bahwa gerakan melengkung tersebut disebabkan oleh zat yang dihasilkan pada ujung koleoptil yang dituang pada agar. Dia juga meletakkan potongan agar yang tidak diolesi ujung koleoptil dan ternyata tidak terjadi gerakan melengkung. Went menyimpulkan bahwa gerakan melengkung itu disebabkan oleh zat kimia yang berdifusi dan dapat diisolasi. Went menyimpulkan bahwa zat yang terdapat di dalam agar dari ujung koleoptil merangsang pertumbuhan. Dia menamakan zat kimia itu auksin (Latin= *auxein)* yang berarti bertambah.
Sumber: Willian S Back, et al (1994) Life, Harper Collin Inc, New York, USA.

Pelatihan

A. Pilihlah jawaban yang benar dengan menuliskan huruf a, b, c, atau d di buku tugasmu!

1. Gerak pada tumbuhan adalah ... .
   a. gerak tubuh sebagai respon terhadap rangsangan dari lingkungan
   b. gerak berpindah tempat sebagai respon terhadap rangsangan dari lingkungan
   c. gerak tubuh dan berpindah tempat sebagai respon terhadap rangsangan baik dari lingkungan maupun dari dalam tubuh
   d. gerak tubuh dan berpindah tempat sebagai respon terhadap rangsangan dari lingkungan
2. Gerak higroskopis adalah .....
   a. gerak tumbuhan yang dipengaruhi oleh arah datangnya rangsangan
   b. gerak yang ditimbulkan karena pengaruh perubahan kadar air
   c. gerak tumbuhan yang berupa gerak berpindah tempat
   d. gerak yang tidak dipengaruhi oleh arah datangnya rangsangan
3. Gerak tropisme adalah ....
   a. kepekaan tumbuhan terhadap rangsangan lingkungan
   b. gerak tumbuhan yang dipengaruhi oleh arah datangnya rangsangan
   c. gerak tumbuhan yang tidak dipengaruhi oleh arah datangnya rangsangan
   d. gerak tumbuhan yang berupa gerak berpindah tempat
4. Gerak nasti adalah ....
   a. gerak tumbuhan yang dipengaruhi oleh arah datangnya rangsangan
   b. gerak tumbuhan yang tidak dipengaruhi arah datangnya rangsangan
   c. gerak bebas tumbuhan yang tidak dipengaruhi oleh datangnya rangsangan
   d. gerak terbatas anggota tubuh tumbuhan tertentu karena adanya rangsangan

5. Perhatikan data berikut ini!
   1) Daun insektivora menutup karena ada sentuhan
   2) Daun sikejut (putri malu) menutup karena disentuh
   3) Daun bunga kupu-kupu menutup diwaktu malam
   4) Gerak akar masuk ke tanah

   Manakah dari pernyataan di atas yang merupakan gerak nasti .....
   a. 1 dan 4
   b. 3 dan 4
   c. 2 dan 4
   d. 2 dan 3
6. Penelitian menunjukkan bahwa akar tumbuh lebih banyak dan lebih panjang ke arah sumber air dibanding dengan yang tumbuh ke arah yang tidak ada airnya. Gerak akar ke arah sumber air itu disebut ... .
   a. hidrotropisme
   b. hidronasti
   c. geotropisme
   d. geonasti
7. Membengkoknya ujung batang pada pada peristiwa fototropisme karena...
   a. sel-sel batang yang tidak terkena sinar tumbuh lebih cepat dari sel-sel batang yang terkena sinar sehingga membengkok
   b. sel-sel batang yang tidak terkena sinar tumbuh lebih lambat dari sel-sel batang yang terkena sinar sehingga membengkok
   c. sel-sel batang yang tidak terkena sinar lebih panjang dari sel-sel batang yang terkena sinar sehingga membengkok
   d. sel-sel batang yang tidak terkena sinar lebih pendek dari sel-sel batang yang terkena sinar sehingga membengkok
8. Persamaan gerak antara gerak tropisme dan gerak taksis adalah .....
   a. hanya terjadi pada organ tertentu
   b. sama-sama disebabkan oleh rangsangan sentuhan
   c. arah gerakan tidak ditentukan oleh rangsangan
   d. arah gerakan ditentukan oleh rangsangan
9. Dalam percobaan terhadap gerak nasti pada tumbuhan putri malu menunjukkan bahwa ....
   a. daun dan ranting yang lebih dekat dengan titik sentuhan akan tegak lebih dulu
   b. daun dan ranting yang lebih jauh dari titik sentuhan akan tegak lebih dulu
   c. daun dan ranting yang lebih dekat dari titik sentuhan akan tegak lebih dulu, kemudian disusul ranting
   d. ranting yang lebih jauh dari titik sentuhan akan tegak lebih dulu, kemudian disusul daun
10. Contoh gerak niktinasti adalah ....
    a. daun tumbuhan tertentu mengatup pada malam hari
    b. beberapa jenis bunga tumbuhan tertentu membuka pada siang hari dan menutup pada malam hari
    c. daun tumbuhan jebakan venus akan mengatup jika ada serangga yang masuk ke dalam daun
    d. daun tumbuhan putri malu akan mengatup layu jika disentuh

B. Kerjakanlah soal-soal berikut di buku tugasmu!

1. Apa perbedaan antara gerak hewan dengan gerak tumbuhan?
2. Apa perbedaan antara gerak tropisme dengan gerak nasti?
3. Apakah yang disebut gerak geotropisme negatif? Berikan contohnya!
4. Apakah yang disebut gerak niktinasti? Berikan contohnya!
5. Jelaskan mengapa pertumbuhan akar selalu mengarah ke bawah!

Refleksi

Iritabilita dan Homeostatis

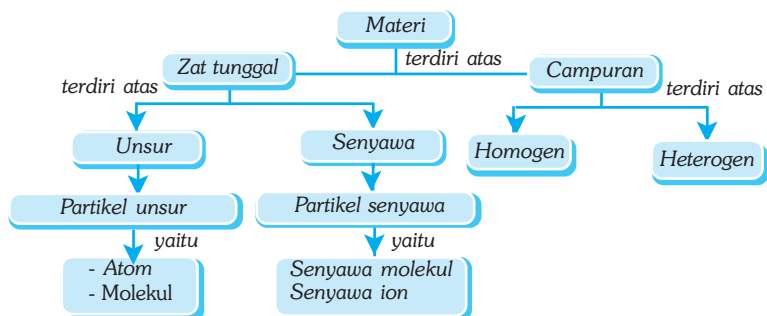
Kemampuan makhluk hidup untuk bereaksi terhadap rangsangan disebut *iritabilita*. Baik hewan maupun tumbuhan menunjukkan kemampuan beriritabilita dan bereaksi terhadap berbagai macam rangsangan. Tumbuhan umumnya merespon rangsangan secara lambat bila dibanding dengan hewan, lagi pula tumbuhan tidak dapat berpindah tempat. Secara umum, makhluk hidup merespon rangsangan untuk meningkatkan kemampuan mempertahankan hidup. Proses dimana organisme merespon rangsangan dengan cara mempertahankan agar kondisi di dalam tubuh tetap baik untuk melangsungkan kehidupan disebut *homeostatis*. Dalam musim panas yang terik dan sulit air, tumbuhan merontokkan daun untuk mempertahankan agar tubuhnya tidak kering dan mati akibat penguapan lewat daun. Demikian pula fototropisme agar tumbuhan memperoleh cahaya yang cukup untuk fotosintesis.

Tugas kamu adalah mengidentifikasi gerak pada tumbuhan yang dapat menjelaskan pengertian iritabilita dan homeostatis. Lakukan kajian pustaka, sebutkan setidaknya 10 contoh dengan penjelasannya. Tulis dalam buku tugasmu untuk mendapatkan penilaian dari bapak atau ibu guru!

Bab X
PARTIKEL MATERI

Tujuan Pembelajaran

Kamu dapat menjelaskan konsep atom, ion, dan molekul, serta mengomunikasikannya.

Peta Konsep

Kata Kunci

- Materi
- Unsur
- Senyawa
- Atom
- Molekul
- Senyawa Ion
- Campuran
- Anion
- Kation

Perhatikanlah benda-benda di sekitarmu! Mungkin di sekitarmu terdapat sepotong besi, seutas kawat tembaga, sebuah cincin emas, seuntai kalung perak, segelas air, sesendok gula, sesendok garam, ataupun ban mobil yang terisi udara. Disebut apakah benda-benda tersebut? Apakah benda-benda tersebut mempunyai massa, menempati ruang, dan mempunyai sifat-sifat tertentu?

Sumber: Foto Haryana.

Gambar 10.1 Berbagai wujud benda (padat, gas, dan cair).

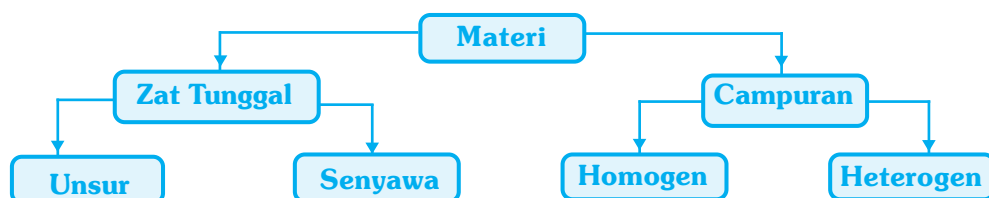
A. Materi

Semua benda yang menempati ruang, mempunyai massa, dan mempunyai sifat-sifat tertentu disebut *materi*. Besi, tembaga, emas, perak, air, garam, gula, udara, sirup, ataupun adonan semen adalah materi.

Setiap materi mempunyai sifat-sifat tertentu yang membedakannya dari materi lain. Namun demikian, berbagai macam materi dapat memiliki sifat yang sama, sehingga kamu dapat membuat pengelompokan, misalnya berdasarkan susunan kimianya.

Berdasarkan susunan kimianya, materi dapat dikelompokkan menjadi zat tunggal dan campuran. Zat tunggal adalah zat yang mempunyai sifat kimia atau komposisi yang sama. Zat tunggal terdiri atas unsur dan senyawa. Unsur adalah zat tunggal yang tidak dapat diuraikan lagi menjadi zat-zat yang lebih sederhana. Misalnya besi besi tersusun dari unsur besi. Contoh lainnya, yaitu tembaga, emas, dan perak. Sementara itu, air, garam, dan gula tersusun dari senyawa. Senyawa adalah zat tunggal yang tersusun dari dua atau lebih unsur yang terbentuk oleh ikatan kimia. Contohnya air (H_2O) tersusun atas hidrogen (H_2) dan oksigen(O_2).

Pada tiga contoh materi terakhir, yaitu air, garam, dan gula, tersusun dari dua atau lebih molekul. Materi yang tersusun dari dua molekul atau lebih disebut campuran. Sirup adalah materi campuran dari unsur air, gula, pewarna, dan lain sebagainya. Komposisi yang menyusun sirup tersebut bercampur menjadi larutan yang sulit dipisahkan satu sama lain, atau sering disebut sebagai *campuran homogen*. Jika ke dalam sirup dimasukkan bubuk kopi, maka sebagian akan turun membentuk endapan. Campuran yang tidak serba sama tersebut dinamakan *campuran heterogen*.

Pengelompokan materi berdasarkan susunan kimianya dapat dijabarkan dalam bagan berikut.

Gambar 10.2 Bagan pengelompokan materi berdasarkan susunan kimianya.

Ilmuwan Kecil

Perhatikan benda-benda yang berada di sekitarmu dengan seksama, baik yang berwujud padat, cair, maupun gas. Kelompokkan benda-benda tersebut berdasarkan susunan kimianya, termasuk ke dalam unsur, senyawa, atau campuran. Masukkan hasil pengelompokkanmu ke dalam tabel dan bandingkan dengan hasil yang diperoleh temanmu. Diskusikan mengapa benda atau materi tersebut termasuk unsur, senyawa, atau campuran? Tulis hasil diskusimu dan kesimpulannya dalam buku tugas dan presentasikan di depan kelas atau kumpulkan sebagai bahan evaluasi guru!

B. Zat Tunggal

Berdasarkan uraian di depan, dapat diperoleh pengertian bahwa zat tunggal dapat terdiri atas unsur dan senyawa. *Unsur* adalah zat tunggal yang tidak dapat diuraikan lagi menjadi unsur lain yang lebih sederhana secara kimia; sedangkan *senyawa* dapat diuraikan menjadi zat lain yang lebih sederhana secara kimia. Besi adalah zat tunggal yang tidak dapat diuraikan menjadi zat lain yang lebih sederhana dan karena itu besi disebut unsur; sedangkan air adalah zat tunggal yang dapat diuraikan menjadi zat lain yang lebih sederhana, yaitu hidrogen dan oksigen. Oleh karena itu, air disebut senyawa. Hidrogen dan oksigen adalah zat tunggal yang tidak dapat diuraikan sehingga disebut unsur.

1. Unsur

Dapatkah kamu mengenali benda-benda pada Gambar 10.3? Terbuat dari apakah benda-benda tersebut? Hampir semua logam tersusun dari partikel unsur, yaitu zat tunggal yang tidak dapat diuraikan lagi menjadi zat lain yang lebih sederhana secara kimia.

Sampai saat ini sudah ditemukan sekitar 114 jenis unsur, 90 di antaranya merupakan unsur alam dan sekitar 24 jenis merupakan unsur buatan. Jumlah ini

Sumber: Foto Haryana.

Gambar 10.3 Benda-benda berbahan dasar logam.

mungkin akan terus bertambah seiring kemajuan ilmu dan teknologi. Unsur-unsur di atas, secara umum dapat dibagi menjadi tiga golongan, yaitu logam, nonlogam, dan semilogam (metaloid). Contoh unsur logam, yaitu aluminium (Al), besi (Fe), tembaga (Cu), dan air raksa (Hg). Contoh unsur nonlogam, yaitu belerang (S), hidrogen (H), carbon (C), oksigen (O), dan yodium (I). Contoh unsur semi logam, yaitu germanium (Ge), silikon (Si), dan boron (B).

Kegiatan 10.1

Logam dan Unsur Penyusunnya

Perhatikan setidaknya sepuluh jenis barang di sekitarmu yang terbuat dari logam! Tentukan jenis logam yang digunakan untuk membuat barang tersebut beserta nama latin dan lambangnya, misalnya kabel listrik terbuat dari tembaga dengan lambang Cu. Massukkan data yang kamu peroleh dalam tebel berikut yang telah kamu salin di buku tugasmu!

No	Nama Barang	Jenis Unsur	Nama Latin	Lambang
1. 2. 3. ...				

Pertanyaan

1. Logam jenis apakah yang paling banyak digunakan berdasarkan pengamatanmu? Mengapa paling banyak digunakan?
2. Berdasarkan pengamatanmu, logam jenis apakah yang paling sedikit digunakan? Mengapa logam tersebut paling sedikit digunakan?
3. Perabotan apakah yang paling banyak menggunakan logam? Mengapa?

2. Senyawa

Senyawa adalah zat tunggal yang tersusun dari dua atau lebih jenis unsur yang terbentuk oleh ikatan kimia. Meskipun terbentuk oleh ikatan kimia dari beberapa jenis unsur, senyawa mempunyai sifat yang berbeda dari sifat unsur penyusunnya. Misalnya air. Air merupakan senyawa yang tersusun dari hidrogen (H_2) dan oksigen (O_2). Meskipun demikian, air mempunyai sifat yang berbeda dengan sifat unsur penyusunnya. Perbedaan sifat tersebut, antara lain air dalam suhu kamar berupa zat cair, sedangkan hidrogen dan oksigen berupa gas; air tidak dapat terbakar, sedangkan hidrogen dan oksigen merupakan zat yang mudah terbakar.

Contoh yang lain adalah garam. Garam merupakan senyawa yang tersusun dari unsur natrium (Na) dan klorin (Cl). Garam dapur yang kamu kenal merupakan bumbu penting dalam masakan dan sangat penting untuk metabolisme tubuh, berasa asin, tidak dapat meledak, tidak beracun, tidak berbau, serta berbentuk kristal.

Apakah perbedaan dari dua contoh senyawa tersebut? Air adalah senyawa yang terbentuk oleh ikatan kovalen, sedangkan garam adalah senyawa yang terbentuk oleh ikatan ion. *Ikatan kovalen* merupakan ikatan yang terbentuk karena masing-masing unsur memerlukan elektron agar tercapai keadaan stabil. *Ikatan ion* merupakan ikatan yang terbentuk antara atom yang bermuatan listrik positif dan bermuatan negatif.

C. Campuran

Campuran merupakan zat yang tersusun dari berbagai zat yang tidak sejenis. Berbeda dengan senyawa, campuran terbentuk dari dua atau lebih zat yang tidak sejenis dengan masih memiliki kesamaan sifat-sifat zat penyusunnya. Perhatikan kembali contoh sirup di depan! Apakah kamu masih mendapatkan sifat-sifat zat yang menyusunnya? Misalnya air, gula, zat warna, aroma, dan bahan pengawetnya?

Komposisi unsur penyusun senyawa bersifat tetap. Misalnya air. Air selalu terbentuk oleh dua atom hidrogen dan satu atom oksigen, di mana perbandingan unsur penyusun ini tidak berubah atau selalu tetap. Komposisi unsur penyusun campuran dapat berubah. Hal inilah yang menyebabkan kamu dapat membuat sirup dengan kemanisan, kekentalan, dan aroma yang berbeda-beda, sesuai dengan selera.

Berdasarkan penjelasan tersebut, campuran mempunyai tiga sifat, yaitu sebagai berikut.

1. Tersusun dari beberapa jenis zat tunggal melalui proses fisika.
2. Sifat asal zat penyusun campuran masih tampak.
3. Susunan zat penyusun tidak tetap atau dapat berubah.

Campuran dapat dibedakan menjadi dua, yaitu campuran homogen dan campuran heterogen. *Campuran homogen* adalah campuran yang zat penyusunnya bercampur secara merata dan serba sama. Pada sebotol sirup, kamu akan mendapatkan sifat (kekentalannya, kemanisannya, aromanya, dan rasanya) yang sama meskipun kamu mengambil sirup tersebut dari bagian mana pun (bagian atas, tengah, atau bawah). *Campuran heterogen* adalah campuran yang zat penyusunnya tidak bercampur secara merata dan tidak serba sama. Misalnya kamu campurkan pada sirup tersebut serbuk kopi, maka serbuk kopi tersebut akan memisah (tidak dapat bercampur) dan sebagian membentuk endapan.

Soal Kompetensi

1. Jelaskan perbedaan antara unsur dan senyawa!
2. Jelaskan perbedaan antara campuran homogen dan campuran heterogen!

Kegiatan 10.2

Campuran dan Unsur Penyusunnya

Perhatikan benda-benda di sekitarmu yang dapat dimasukkan ke dalam campuran! Carilah informasi di perpustakaan atau di internet dari unsur apa saja campuran tersebut tersusun! Berilah keterangan untuk apa benda tersebut umumnya digunakan, misalnya sirup tersusun dari air, gula, pewarna esens, dan sitrun serta digunakan sebagai bahan minuman! Masukkan hasil pengamatanmu ke dalam tabel berikut yang telah kamu salin di buku tugas!

No	Nama Senyawa	Unsur Penyusun	Keterangan
1. 2. 3. ...			

D. Partikel Materi

Berdasarkan penjelasan tentang materi di depan, dapatkah kamu menyebutkan penyusun suatu materi? Untuk lebih memahami pengertian tentang susunan suatu materi, perhatikan uraian berikut!

Ambillah benda yang terbuat dari satu unsur, misalnya tembaga! Jika sepotong tembaga dipotong menjadi dua dan setiap potongan dipotong lagi menjadi dua dan demikian seterusnya, maka akhirnya akan sampai pada potongan yang tidak dapat dipotong lagi. Itulah bagian terkecil dari tembaga. Dari uraian tersebut, bagaimana dengan materi?

Apakah semua materi mempunyai partikel terkecil yang berupa atom? Contohnya air. Ketika air dipanaskan, air akan berubah menjadi uap air hingga menjadi bagian terkecil yang tidak dapat menjadi lebih kecil lagi dengan reaksi biasa. Bagian yang terkecil yang masih memiliki sifat air tersebut dinamakan partikel air. Partikel air tersusun dari unsur H dan O, akan tetapi jika unsur ini dipisahkan tidak lagi memiliki sifat air. Oleh karena itu, partikel yang menyusun air bukanlah atom, melainkan molekul air.

E. Partikel Unsur

1. Atom

Partikel terkecil dari suatu unsur yang masih memiliki sifat-sifat unsur dan satuan terkecil yang dapat membentuk kombinasi kimia disebut *atom*. Atom berasal dari kata *a* = tidak dan *tomos* = terbagi. Materi yang partikelnya merupakan atom adalah unsur *monoatomik*. Misalnya unsur logam, seperti aluminium, besi, emas, tembaga, timah, seng, platina, perak, timbal, magnesium, dan air raksa.

Partikel suatu materi tidak selalu dalam bentuk atom, tetapi dapat pula dalam bentuk molekul. Partikel terkecil dari materi unsur adalah atom, sedangkan partikel terkecil dari materi senyawa dapat berupa molekul. Molekul pada umumnya tersusun dari dua atom atau lebih yang berbeda, namun ada beberapa molekul yang tersusun dari atom-atom yang sama. Dapatkah kamu memberikan contohnya?

Tokoh

John Dalton
(1766 - 1844)

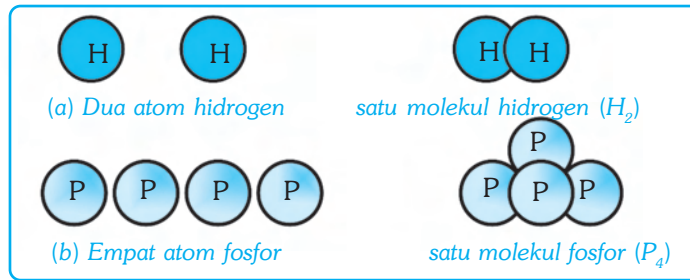
Sumber: Jendela Iptek, Materi. 2000.

John Dalton adalah seorang ahli kimia besar berkebangsaan Inggris. Selama masa hidupnya, Dalton menghasilkan banyak sekali karya. Karya-karya yang pernah dihasilkan Dalton, antara lain hukum tekanan parsial Dalton, hukum perbandingan tetap, dan teori atom Dalton.

Kontribusi terpenting Dalton kepada ilmu pengetahuan adalah teori atomnya ini. Secara ringkas, teori Atom Dalton menyatakan bahwa (1) semua materi tersusun dari partikel-partikel kecil yang disebut atom, (2) atom tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan dan tidak dapat diubah menjadi atom yang lain, (3) atom-atom dari unsur yang sejenis mempunyai sifat dan massa yang sama, serta (4) senyawa terbentuk dari dua macam atom atau lebih yang berbeda. Lewat hasil karyanya ini, Dalton menjadi terkenal sebagai ahli kimia di dunia.

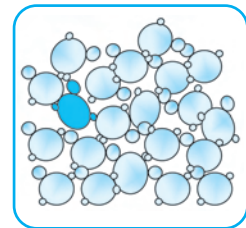
2. Molekul

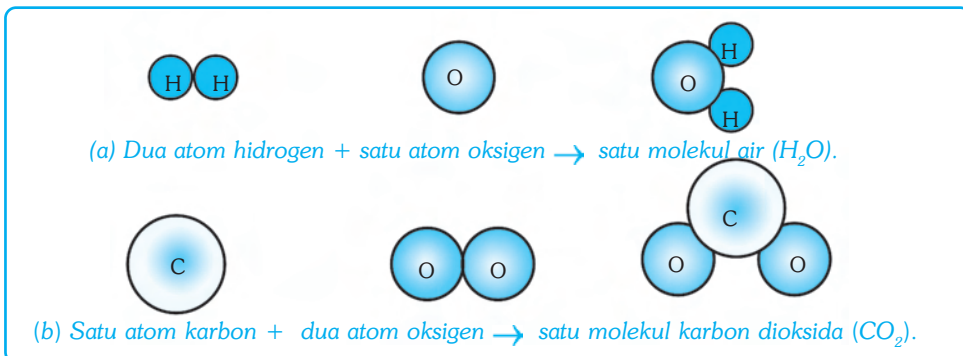
Molekul adalah partikel netral yang terdiri atas dua atom atau lebih, baik atom yang sejenis maupun atom yang berbeda. Molekul yang tersusun dari dua atom atau lebih yang sejenis disebut *molekul unsur*. Materi yang partikelnya merupakan molekul unsur dapat berupa *unsur diatomik* dan *unsur poliatomik*.

Contoh unsur diatomik adalah hidrogen (H_2), oksigen (O_2), nitrogen (N_2), dan fluorin (F_2), sedangkan contoh unsur poliatomik adalah fosforus (P_4) dan sulfur (S_8). Perhatikan gambar berikut!

Gambar 10.4 Skema molekul unsur hidrogen dan fosfor.

F. Partikel Senyawa

1. Senyawa Molekul

Larutkan satu sendok gula ke dalam segelas air! Apakah kamu masih dapat melihat butiran gula? Rasakanlah larutan tersebut! Masih adakah sifat gula di dalam larutan? Larutan yang berasa manis menunjukkan bahwa gula tidak hilang, akan tetapi butiran-butirannya berubah menjadi sangat kecil. Begitu kecilnya butiran gula dalam larutan, sehingga tidak dapat disaring ataupun dilihat dengan mata. Butiran-butiran terkecil gula yang masih memiliki sifat gula disebut *molekul gula*. Molekul gula adalah partikel terkecil dari senyawa gula.

Gambar 10.5 Kumpulan molekul gula

Kesimpulan apakah yang dapat kamu tarik dari uraian tersebut? Ya benar, partikel senyawa dapat berupa molekul. Senyawa yang partikelnya berupa molekul dari atom-atom yang berbeda disebut *senyawa molekul*. Contohnya, gula, air, dan karbon dioksida. Perhatikan gambar berikut!

Gambar 10.6 Skema susunan molekul air dan karbondioksida.

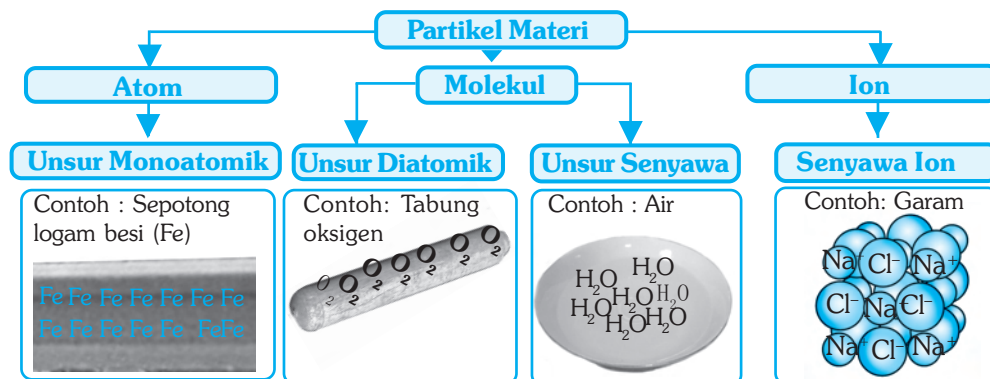
2. Senyawa Ion

Tidak semua senyawa tersusun dari molekul. Beberapa senyawa tersusun dari ion-ion. Ion adalah suatu atom atau kumpulan atom yang bermuatan listrik. Ion yang bermuatan listrik positif disebut *kation*, sedangkan ion yang bermuatan negatif disebut *anion*. Ion yang terdiri atas satu atom disebut *ion tunggal*, sedangkan ion yang terdiri atas beberapa atom disebut *ion poliatom*. Suatu senyawa yang tersusun dari ion-ion disebut *senyawa ion*. Beberapa contoh ion tunggal dan ion poliatom, yaitu sebagai berikut.

a. Kation tunggal : Na^+, K^+, Mg^{2+}, Ca^{2+}, Al^{3+}
b. Anion tunggal : Cl^-, Br^-, S^{2-}, N^{3-}, O^{2-}
c. Kation poliatom : NH^{4+},
d. Anion poliatom : ClO^-, NO_3^-, SO_4^{2-}, PO_4^{3-}

Jika kamu melarutkan garam dapur (NaCl) ke dalam air (H_2O), maka akan terbentuk larutan garam. Di dalam air, garam akan terionisasi menjadi ion natrium yang bermuatan positif (Na^+) dan ion klorida yang bermuatan negatif (Cl^-).

Ketika larutan garam diuapkan, ion-ion Na^+ dan Cl^- akan kembali membentuk garam dalam bentuk kristal garam. Contoh senyawa ion lainnya, yaitu senyawa garam dapur (NaCl) terdiri atas ion Na^+ dan ion Cl^-, batu kapur ($CaCO_3$) terdiri atas ion Ca^{2+} dan CO_3^{2-}, asam sulfat (H_2SO_4) terdiri atas ion H_2^{2+} dan SO_4^{2-}, dan kalium klorida (KCl) terdiri atas ion K^+ dan Cl^-.

Dengan demikian, partikel suatu materi dapat berbentuk unsur, molekul, maupun ion. Secara ringkas pengertian tentang partikel materi dapat diikhtisarkan dalam bentuk diagram seperti berikut.

Gambar 10.7 Bagan pembagian partikel materi

Soal Kompetensi

1. Apakah yang dimaksud dengan atom?
2. Jelaskan dengan skema, contoh dari senyawa ion!

Rangkuman

1. Segala sesuatu yang menempati ruang, mempunyai massa, dan mempunyai sifat-sifat tertentu disebut materi.
2. Berdasarkan susunan kimianya, materi dapat dikelompokkan menjadi zat tunggal dan campuran.
3. Zat tunggal adalah zat yang tersusun dari satu jenis zat yang dapat berupa unsur maupun molekul senyawa.
4. Unsur adalah zat tunggal yang tidak dapat diuraikan lagi menjadi unsur lain yang lebih sederhana secara kimia.
5. Senyawa adalah zat tunggal yang masih dapat diuraikan menjadi zat lain yang lebih sederhana secara kimia.

In Tips

Thomson, Rutherford, dan Bohr

Ilmuwan pertama yang menduga tentang adanya partikel subatomik adalah ahli kimia berkebangsaan Inggris, J.J. Thomson. Thomson pada tahun 1897 mengajukan pemikiran bahwa jika terdapat partikel atom bermuatan listrik negatif dalam suatu atom, maka tentu harus ada partikel lain yang bermuatan positif untuk mengimbanginya adanya muatan listrik negatif tersebut. Thomson menggambarkan 'atomnya' tersebut seperti pudding, dimana partikel bermuatan negatif tersebar merata pada permukaan materi yang bermuatan positif.

Pada tahun 1908 ilmuwan Inggris lainnya, Ernest Rutherford, memutuskan untuk menguji pemikiran Thomson. Rutherford menembakkan aliran partikel bermuatan positif pada selembar tipis kertas emas. Pola defleksi yang diamati menunjukkan bahwa partikel bermuatan positif tidak menyebar merata di permukaan atom, akan tetapi terkonsentrasi pada sebuah daerah mampatan kecil. Dugaan Rutherford bahwa partikel bermuaan positif terkonsentrasi di tengah-tengah dalam mampatan kecil yang kemudian disebut inti atom atau nukleus itu ternyata benar.

Atas jasa Rutherford, para ilmuwan mengetahui bahwa partikel bermuatan positif terdapat di dalam nukleus atom dan partikel bermuatan negatif terletak di luar inti atom. Tugas selanjutnya adalah menemukan dimana letak elektron.

Pada tahun 1913, seorang ilmuwan Swedia, Bohr mengajukan model atom yang menempatkan elektron pada lintasan level energi mengelilingi inti atom yang disebut orbit. Bohr menggambarkan bagian dalam atom sebagaimana planet-planet yang mengorbit mengitari matahari. Model atom Bohr ini diterima secara luas sebagai model yang paling mendekati kebenaran. Ilmuwan modern saat ini telah mengetahui bahwa elektron tidak beredar mengitari inti pada lintasan yang tetap sebagaimana lintasan orbit planet terhadap matahari. Ilmuwan hanya dapat menduga dimana kemungkinan elektron berada. Kemungkinan letak elektron tergantung pada seberapa besar elektron itu memiliki energi.

Sumber: disarikan dari beberapa sumber.

A. *Pilihlah jawaban yang benar dengan menuliskan huruf a, b, c, atau d di buku tugasmu!*

1. Sesuatu yang menempati ruang, mempunyai massa, dan mempunyai sifat-sifat tertentu disebut ....
   a. benda
   b. senyawa
   c. materi
   d. partikel
2. Zat tunggal yang tidak dapat diuraikan menjadi unsur lain yang lebih sederhana secara kimia disebut ....
   a. materi
   b. unsur
   c. zat tunggal
   d. senyawa
3. Besi, air, tanah, dan udara merupakan contoh ....
   a. senyawa
   b. campuran
   c. materi
   d. zat tunggal

4. Pengertian tentang molekul heteroatom adalah …
   a. molekul yang terbentuk dari dua atau lebih atom yang tidak sejenis
   b. molekul yang terbentuk dari dua atau lebih atom sejenis
   c. gabungan dari berbagai jenis molekul
   d. senyawa yang terbentuk dari molekul yang berbeda.
5. Di antara rumus kimia berikut yang menunjukkan molekul unsur adalah ....
   a. NH_3
   b. H_2O
   c. Cl_2
   d. CH_4
6. Partikel terkecil dari materi yang tersusun dari unsur adalah ....
   a. unsur
   b. molekul
   c. atom
   d. senyawa
7. Di antara sifat-sifat senyawa adalah sebagai berikut, *kecuali* .....
   a. terdiri dari dua atau lebih atom yang sejenis
   b. terdiri dari dua atau lebih atom yang tidak sejenis
   c. terdiri dari atom-atom yang bermuatan listrik
   d. terdiri dari satu atom sejenis atau monoatomik
8. Sifat yang membedakan antara senyawa dan campuran, antara lain sebagai berikut, *kecuali* ....
   a. tersusun dari beberapa jenis zat
   b. sifat asal zat penyusun campuran masih tampak
   c. susunan zat penyusun tidak tetap atau dapat berubah
   d. komposisi zat penyusun bersifat tetap atau tidak berubah
9. Atom yang bermuatan listrik positif disebut ....
   a. anoda
   b. anion
   c. katoda
   d. kation
10. Pernyataan tentang atom berikut sesuai dengan teori atom Dalton, *kecuali* ....
    a. setiap materi terdiri atas atom
    b. setiap senyawa terdiri atas dua atau lebih atom sejenis atau atom tidak sejenis
    c. atom suatu unsur dapat diubah menjadi atom unsur lain
    d. atom tidak dapat dibuat dan tidak dapat dimusnahkan dan tidak dapat diubah menjadi atom lain

B. Kerjakan soal-soal berikut di buku tugasmu!

1. Apakah yang dimaksud dengan materi?
2. Jelaskan perbedaan antara unsur dan senyawa!
3. Apakah yang dimaksud dengan partikel?
4. Apakah perbedaan antara molekul unsur dan molekul senyawa?
5. Apakah yang dimaksud dengan senyawa ion? Berikan contohnya!

Refleksi

Mengetahui Partikel Suatu Materi

Sebagaimana yang telah kamu pelajari dalam bab ini, bahwa semua yang menempati ruang dan mempunyai massa adalah materi. Materi ada yang tersusun dari zat tunggal dan ada pula yang tersusun dari zat campuran. Zat tunggal pun dapat dibedakan menjadi dua, yaitu yang tersusun atas unsur dan yang tersusun atas senyawa.

Dalam kegiatan ini, kamu akan melakukan percobaan untuk mengetahui partikel suatu materi sampai batas tertentu yang dapat kamu lakukan. Sediakan alat-alat yang akan kamu gunakan untuk percobaanmu, antara lain skalpel atau cutter atau silet bermata satu, bahan lunak yang mudah dipotong, seperti kentang, apel, atau yang lainnya. Dengan alat dan bahan yang tersedia, lakukan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Potonglah secara memanjang dan ambillah seukuran jari tangan. Potonglah menjadi dua bagian. Ambillah satu potongan itu dan bagi menjadi dua bagian. Demikian seterusnya sehingga potongan terkecil!
   Catatan: Hati-hati dalam menggunakan pisau, sebab dapat melukai tanganmu.
2. Bayangkan bahwa benda yang kamu potong adalah suatu materi. Untuk memahami apa yang kamu lakukan, maka kamu perlu menjawab pertanyaan-pertanyaan di bawah ini!
   a. Pada potongan ke berapakah kamu tidak dapat memotongnya lagi?
   b. Seberapa kecil kamu dapat memotong?
   c. Mengapa kamu tidak dapat memotong lebih kecil lagi?
   d. Jika kamu mempunyai alat yang lebih baik untuk memotong, apakah kamu dapat melanjutkan pekerjaanmu?

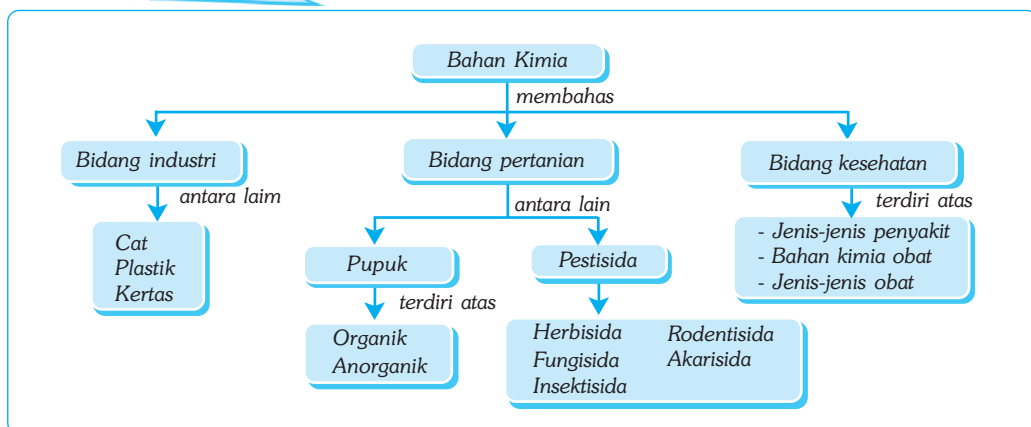
e. Apakah benda itu dapat terus menerus dipotong secara imaginer tanpa batas? Mengapa?
f. Disebut apakah potongan kentang terkecil yang tidak mungkin dibagi lagi itu? Berupa zat tunggal atau senyawakah?

3. Bandingkan pendapatmu dengan pendapat para ahli tentang partikel terkecil dari suatu materi!

Bab XI
BAHAN KIMIA INDUSTRI, PERTANIAN, DAN KESEHATAN

Tujuan Pembelajaran

Kamu dapat mengomunikasikan hasil pengumpulan informasi tentang bahan kimia yang dipakai dalam bidang industri, pertanian, dan kesehatan.

Peta Konsep

Kata Kunci

- Cat
- Plastik
- Termoplastik
- Pulp
- Pestisida
- Kertas
- Termoset
- Obat
- Analgesik

A. Bahan Kimia di Bidang Industri

1. Cat

Menggunakan apa ayahmu mewarnai dinding rumahmu? Apakah semua perabotan yang ada di rumahmu berwarna sama, misalnya kulkas, piring sendok, gelas, meja, kursi, dan lemari? Apakah bahan pewarna untuk dinding sama dengan bahan pewarna untuk pagar besi? Apakah bahan pewarna untuk meja sama dengan bahan pewarna untuk piring?

Sumber: Foto Haryana.

Gambar 11.1 Berbagai bahan kimia.

Untuk memberi warna pada meja, kursi, pagar, tembok, dan sebagainya, biasanya menggunakan cat. Cat adalah suatu padatan yang terdispersi halus dalam bentuk emulsi atau cairan. Menurut medium pendispersinya, cat dapat dibedakan menjadi dua, yaitu cat air dan cat minyak.

Cat air adalah cat yang pengencernya dari bahan air, sedangkan cat minyak adalah cat yang pengencernya dari minyak. Contoh cat yang termasuk cat air, yaitu cat tembok, sedangkan contoh cat yang termasuk cat minyak, yaitu cat logam, cat kayu, dan cat genting.

a. Karakteristik Cat

Cat yang baik, secara umum memiliki ciri-ciri dan karakteristik sebagai berikut.

1) Emulsi halus, dapat terdispersi secara merata pada permukaan dan menutup pori-pori benda yang dicat.
2) Daya lekat kuat, tidak mudah mengelupas dari permukaan ketika kering.
3) Tahan terhadap perubahan cuaca, panas, dingin, cahaya, dan musim.
4) Tahan terhadap serangan tumbuhan perusak, seperti jamur dan lumut.
5) Pigmen tidak mudah luntur dan berubah warna.
6) Permukaan licin, tidak mudah ternoda, dan mudah dibersihkan.

b. Bahan Kimia Cat

Secara umum, cat mengandung bahan-bahan sebagai berikut.

1) *Bahan pewarna (pigmen)*. Pigmen adalah zat warna yang terdapat di dalam cat, umumnya tidak tembus cahaya. Pigmen dapat berupa zat warna alami dan dapat pula zat warna sintetik.
2) *Bahan pendispersi*. Bahan pendispersi adalah bahan yang digunakan untuk meratakan cat sehingga dapat disaputkan pada berbagai media. Misalnya, minyak terpentin.

3) *Bahan pengisi (filler)*. Bahan pengisi umumnya menggunakan bahan talk atau sejenisnya untuk meningkatkan daya tahan pigmen.
4) *Bahan pengencer (thinner)*. Zat ini membantu melicinkan permukaan pada proses pengecatan sehingga lapisan cat dapat terbentuk secara sama dan merata. Contoh bahan pengencer adalah benzena dan naftalina.
5) *Bahan pengering (driers)*. Bahan ini umumnya terdiri atas senyawa logam yang membawa oksigen untuk oksidasi medium sehingga dapat mempercepat pengeringan. Senyawa logam yang sering digunakan adalah logam timah (PbO/PbO_2) dan mangan (MnO_2).

2. Plastik

Adakah di antara kamu yang tidak mengenal plastik? Pada zaman modern, tidak ada yang terbebas seratus persen dari plastik. Di rumah, di sekolah, di jalan, di pasar, dan hampir di semua tempat kamu dapat menemukan plastik. Plastik sudah menjadi bagian dari kehidupan sehari-hari, karena plastik mempunyai beberapa keunggulan.

Dibandingkan dengan bahan lain, plastik memiliki beberapa keunggulan, antara lain harga murah, ringan, lentur/mudah dibentuk, tembus pandang, tidak mudah pecah, tahan terhadap air, tidak berkarat, serta tidak menghantarkan listrik.

a. Bahan Kimia Plastik

Plastik adalah molekul kompleks, merupakan gabungan dari berbagai molekul sederhana (*mikromolekul*) menjadi molekul besar (*makromolekul*). Bahan yang tersusun dari gabungan molekul tunggal (*monomer*) menjadi molekul kompleks disebut *polimer*. Proses penggabungannya disebut *polimerisasi*. Plastik adalah salah satu contoh polimer buatan atau polimer sintetik.

Bahan baku produk plastik adalah minyak bumi. Unsur-unsur utama penyusun plastik, yaitu karbon (C) dan hidrogen (H). Unsur-unsur lain yang terdapat pada monomer bahan plastik adalah chlor (Cl), fluor (F), nitrogen (N), silikon (Si), fosfor (P), dan sulfur (S).

Berdasarkan reaksi terhadap perubahan suhu, plastik dibedakan menjadi dua, yaitu *termoplastik* dan *termoset*. Termoplastik adalah plastik yang bersifat lembut, mudah meleleh, dapat dipanaskan berulang-ulang, dan dapat dibentuk kembali. Contoh termoplastik, yaitu PP (*polipropilena*) dan PVC (*polivinil klorida*). PVC merupakan bahan plastik yang banyak digunakan untuk membuat mainan, botol, sarung tangan, dan pipa plastik.

Jenis plastik lainnya, yaitu termoset. Termoset merupakan plastik yang bersifat keras dan tidak mudah meleleh kembali sehingga tidak dapat dibentuk kembali. Contoh termoset adalah urea-formaldehid dan fenol-metanal.

b. Penggunaan Plastik dan Dampaknya terhadap Lingkungan

Penggunaan plastik telah meluas menggantikan bahan-bahan lain, seperti daun pembungkus, kayu, kertas, gelas, bahkan logam seperti aluminium, besi, tembaga, dan seng. Dapatkah kamu menyebutkan perkakas yang semula dibuat dari bahan lain dan sekarang dibuat dari bahan plastik? Pada barang-barang rumah tangga, kamu dapat menjumpai perabotan yang semula dibuat dari bahan lain dan sekarang dibuat dari bahan plastik. Misalnya, piring, karpet, sisir, frame kaca, dan kursi.

Di samping keunggulan plastik dibanding dengan bahan nonplastik, plastik mempunyai beberapa kelemahan, seperti tidak tahan panas dan tidak mudah terurai. Plastik merupakan polimer yang tidak mudah terurai secara alami (*unbiodegradable*). Tidak seperti sampah biologis yang dapat terurai oleh dekomposer, dan juga logam yang teroksidasi menjadi bahan lain yang mudah terurai. Plastik juga tidak mudah terurai oleh jasad renik, maupun oleh reaksi kimia lain. Oleh karena itu, sampah plastik yang kian hari makin menumpuk akan menimbulkan persoalan lingkungan di masa datang, apabila tidak dipikirkan solusi mencari bahan alternatif lain yang setara dengan plastik dan lebih ramah lingkungan.

Sampah plastik tidak hanya sulit terurai, tetapi apabila terjadi penguraian sebagian dari komponen penyusunnya dapat menimbulkan reaksi kimia. Misalnya, komponen penyusun polimer, yaitu monomer, dapat terurai dan bereaksi dengan zat lain (migrasi komponen monomer). Hal tersebut dapat menimbulkan gangguan baik pada kesehatan penduduk maupun lingkungan.

c. Usaha-Usaha Mengatasi Dampak Penggunaan Plastik

Usaha-usaha yang dapat dilakukan untuk mengatasi dampak penggunaan plastik, antara lain.

1) Daur Ulang (*Recycling*)

Sebagaimana diuraikan terdahulu, termoplastik, seperti PVC, PE, PP, dan PS dapat dipanaskan berulang-ulang tanpa kehilangan sifat plastiknya. Berdasarkan sifat tersebut, sampah plastik dan sampah polimer lainnya dapat dikumpulkan, kemudian diolah lagi menjadi produk lain yang bermanfaat bagi kehidupan sehari-hari. Proses penggolahan tersebut dinamakan daur ulang.

2) Teknik Mikrobiologi

Teknik mikrobiologi adalah pemanfaatan jasad renik untuk fermentasi asam tertentu yang menghasilkan polimer berbasis biologi (*biopolimer*). Contoh yang telah diproduksi adalah polihidroksi butirat, polihidroksi valerat, dan polihidroksi asam asetat. Biopolimer dapat diuraikan oleh bakteri, jamur, maupun alga, sehingga tidak berdampak pada lingkungan.

3) Polimer Pertanian

Contoh bahan-bahan yang dapat dikembangkan untuk pembuatan polimer adalah selulosa, pati, selopan, dan asam selulose. Polimer hasil pertanian umumnya menghasilkan polimer berkarakter termoplastik, sehingga mudah didaur ulang untuk dicetak atau dibentuk sesuai kebutuhan. Contohnya fermentasi pati (amilum) dari gandum, jagung, kedelai, dan kentang menghasilkan polimer berkarakter plastik akan tetapi mudah diuraikan secara alami (*biodegradable*).

4) Transgenik

Transgenik adalah rekayasa genetika yang bertujuan memperoleh bahan yang tidak dapat diproduksi oleh industri biasa. Transgenik melibatkan rekayasa genetika untuk menghasilkan sifat-sifat yang dikehendaki. Saat ini sedang dikembangkan transgenik pada tumbuhan untuk menghasilkan polimer ramah lingkungan yang berkarakteristik plastik. Jika usaha tersebut berhasil, maka penggunaan polimer buatan dari bahan kimia dapat dikurangi. Hal itu akan sangat menguntungkan karena di samping menghemat minyak bumi sebagai bahan baku, juga membuat plastik lebih ramah terhadap lingkungan karena mudah terurai secara alami.

Kegiatan

Proses Pembusukan Berbagai Bahan

A. Tujuan

Kamu dapat mengetahui bahan-bahan yang dapat mengalami proses pembusukkan secara alami dan yang tidak mengalami pembusukan.

B. Alat dan Bahan

1. Tanah kebun
2. Berbagai macam pembungkus makanan dari bahan karton atau kertas, plastik, daun, dan aluminium foil.
3. Empat buah pot

C. Langkah Kerja

1. Kumpulkan tiap jenis pembungkus!
2. Ambil sedikit sampel dan gulung menjadi bulatan-bulatan kecil!
3. Masukkan bulatan-bulatan kecil dari masing-masing sampel ke dalam sebuah pot yang telah diisi tanah basah!
4. Jaga agar pot tetap dalam keadaan lembab selama pengamatan berlangsung!
5. Amati perubahan setiap satu minggu selama empat minggu dan catatlah ke dalam tabel berikut yang telah kamu salin di buku tugasmu mengenai bukti adanya proses pembusukan!

No	Nama Bahan	Perubahan Minggu ke-			
		I	II	III	IV
1.					
2.					
3.					
4.					

D. Pertanyaan

1. Bahan pembungkus apa yang dapat membusuk secara alami?
2. Bahan pembungkus apa yang tidak dapat membusuk secara alami?
3. Bahan pembungkus apakah yang paling cepat membusuk?
4. Bahan pembungkus apa yang paling lambat membusuk?
5. Apa kesimpulanmu?

3. Kertas

Bahan-bahan yang digunakan untuk membuat kertas dari dahulu sampai sekarang masih sama, yaitu bahan yang mengandung serat selulosa, seperti bambu, jerami, merang, ataupun kayu. Proses pembuatan kertas terdiri atas dua tahap, yaitu tahap pembuatan pulp atau bubur kertas dan tahap pembuatan kertas dari bahan pulp.

a. Pembuatan Pulp

Pulp atau bubur kertas dibuat dengan dua cara, yaitu secara mekanik dan kimiawi. Cara pembuatan pulp secara mekanik, biasanya tidak menggunakan bahan kimia. Cara pembuatannya, yaitu bahan pulp dipotong-potong dengan alat pemotong, digiling, kemudian bahan-bahan yang tidak mengandung serat dipisahkan. Adonan selulosa itu kemudian direbus pada suhu dan tekanan tertentu.

Pada pembuatan pulp secara kimiawi, biasanya pada proses pemisahan bahan selulosa dari bahan lain digunakan bahan kimia tertentu. Bahan kimia yang biasa digunakan adalah bahan kimia asam, seperti senyawa sulfur, yaitu S_2, $Ca(HSO_3)$, dan $Mg(HSO_3)_2$; dan bahan kimia basa, seperti NaOH, Na_2S dan Na_2CO_3.

b. Pembuatan Kertas

Bubur kertas (pulp) yang sudah terbentuk selanjutnya diproses menjadi kertas. Beberapa bahan pendukung yang digunakan untuk pembuatan kertas adalah damar, kaolin, talk, gipsum, tawas aluminium, dan bahan perekat, tergantung pada peruntukannya. Beberapa kertas diolah ulang (daur ulang) agar dapat digunakan untuk berbagai keperluan.

Sampah kertas dapat didaur ulang menjadi bahan kertas. Bagaimana caranya? Caranya, yaitu sampah kertas terlebih dahulu dilumatkan, kemudian dimasukkan bersama bahan-bahan lain sebelum diproses menjadi kertas. Bahan kertas tersebut kemudian dimasukkan ke dalam mesin pengepres untuk dibentuk menjadi lembaran-lembaran tipis sesuai yang dikehendaki. Selanjutnya masuk dalam mesin pengeras dan pengering dan keluar dalam bentuk gulungan besar.

Soal Kompetensi

1. Apakah yang dimaksud dengan cat dan bahan-bahan apa saja yang terkandung di dalamnya!
2. Jelaskan perbedaan antara termoplastik dan termoset!

B. Bahan Kimia di Bidang Pertanian

Bahan-bahan kimia yang sering digunakan dalam bidang pertanian, antara lain pupuk dan pestisida. Bahan-bahan kimia tersebut akan dijabarkan sebagai berikut.

1. Pupuk

Tumbuhan memerlukan berbagai macam zat untuk tumbuh, berkembang, dan menghasilkan makanan. Zat-zat yang diperlukan oleh tumbuhan untuk tumbuh disebut *unsur hara*. Unsur hara terdiri atas unsur hara makro dan unsur hara mikro. Contoh unsur hara makro, yaitu karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen, belerang, fosfor, kalium, kalsium, dan magnesium, sedangkan contoh unsur hara mikro, yaitu besi, mangan, tembaga, seng, boron, klorin, dan kobalt.

Agar tanaman tumbuh dengan baik, perlu dilakukan penambahan unsur hara tanah dengan cara memberi pupuk. Tujuan pemupukan tanaman, yaitu menambah unsur-unsur yang dibutuhkan tanaman sehingga kebutuhan tanaman tercukupi. Selain itu, pemupukan juga bertujuan untuk menyuburkan tanah serta menggantikan unsur hara yang hilang karena terbawa air, dan menggantikan unsur hara yang hilang sewaktu panen.

Berdasarkan asalnya, pupuk dapat dibedakan menjadi dua, yaitu pupuk organik dan pupuk anorganik.

a. Pupuk organik

Pupuk organik adalah pupuk yang berasal dari penguraian sisa-sisa organisme, baik tumbuhan maupun hewan, oleh organisme pengurai. Pupuk organik juga biasa disebut dengan pupuk alami. Pupuk organik atau alami terdiri atas pupuk kandang dan kompos. Pupuk kompos berasal dari sisa tumbuh-tumbuhan. Sisa-sisa tanaman atau tumbuhan dapat digunakan sebagai pupuk, karena beberapa tanaman dapat mengikat unsur-unsur dari udara, sehingga mempunyai efek menyuburkan tanah.

b. Pupuk anorganik

Pupuk anorganik adalah pupuk yang sengaja dibuat dari bahan-bahan kimia oleh pabrik dan mengandung unsur-unsur yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman. Oleh karena dibuat di pabrik, pupuk anorganik juga disebut pupuk buatan. Berdasarkan kandungannya, pupuk anorganik dibedakan menjadi tiga, yaitu pupuk nitrogen, pupuk fosfor, dan pupuk kalium.

Saat ini, pupuk buatan tersedia dalam jumlah yang melimpah dengan harga yang relatif murah. Oleh karena itu, petani seringkali memberikan pupuk tersebut dalam jumlah berlebih pada lahan garapannya. Pupuk buatan yang diberikan secara berlebih dapat terbawa oleh air dan terkumpul di tempat muara air, seperti waduk, sungai, dan laut. Akibatnya, di tempat-tempattersebut terkonsentrasi pupuk dengan kadar yang tinggi. Selain mengganggu kehidupan di air, adanya pupuk yang banyak dapat mempercepat pertumbuhan tumbuhan air yang tidak diharapkan, misalnya enceng gondok.

2. Pestisida

Pestisida berasal dari kata *pest* yang berarti hama dan *cida* yang berarti membunuh. Pestisida mencakup bahan-bahan racun yang digunakan untuk membunuh organisme yang mengganggu tanaman dan hewan ternak yang diusahakan untuk meningkatkan kesejahteraan manusia. Pestisida merupakan racun. Penggunaan pestisida umumnya bersama-sama dengan bahan lain, misalnya pengencer seperti air, minyak pelarut, bahan penarik atau atraktan untuk menarik serangga seperti feromon, dan bahan-bahan lain untuk mengefektifkan daya kerja pestisida. Karena merupakan bahan racun, penggunaannya perlu berhati-hati sehingga tidak menjadi bumerang bagi manusia.

a. Macam-Macam Pestisida

Berdasarkan organisme sasarannya, pestisida digolongkan menjadi beberapa kelompok, yaitu sebagai berikut.

1) *Herbisida*, yaitu pestisida atau racun yang digunakan untuk memberantas tanaman pengganggu, seperti rumput dan alang-alang.
2) *Fungisida*, yaitu pestisida atau racun yang digunakan untuk memberantas hama yang berupa cendawan dan jamur.
3) *Insektisida*, yaitu pestisida atau racun yang digunakan untuk membunuh berbagai serangga berikut larvanya.
4) *Rodentisida*, yaitu pestisida atau racun yang digunakan untuk membunuh tikus dan musang.
5) *Akarisida*, yaitu pestisida atau racun yang digunakan untuk membasmi hama yang berupa tungau dan caplak.

Menurut asal dan sifat kimiawinya, pestisida dibedakan menjadi dua golongan, yaitu pestisida alami dan pestisida sintetik. Pestisida alami adalah pestisida atau racun yang berasal dari bahan-bahan alami, sedangkan pestisida sintetik adalah pestisida yang berasal dari bahan kimia yang diproduksi oleh pabrik.

Contoh pestisida alami, yaitu nikotinoida, piretroida, dan rotinoida. Berbagai pestisida/racun alami tersebut diperoleh dari tumbuhan, seperti dari tanaman tembakau, mimba, pinus, dan kenikir.

b. Dampak Negatif Pemberian Pestisida

Pada dasarnya pestisida adalah racun untuk membunuh organisme. Namun, dalam jumlah tertentu pestisida dapat juga membunuh manusia. Pada jumlah yang dapat membunuh serangga, pestisida mungkin tidak menimbulkan masalah bagi manusia. Namun, akumulasi racun yang terus menerus dapat menimbulkan masalah kesehatan yang serius. Oleh karena itu, tidak semua pestisida aman bagi manusia maupun lingkungan biotik lainnya.

Dampak negatif lain dari pemberantasan hama dengan pestisida sintetik adalah sebagai berikut.

1) Pestisida biasanya diberikan secara luas, sehingga yang terkena tidak hanya organisme target, tetapi juga organisme lain yang tidak menjadi sasaran pemberantasan.
2) Penggunaan yang tidak terukur dapat menimbulkan resistensi atau kekebalan, sehingga penggunaannya akan terus meningkat baik dari segi jumlah maupun daya bunuhnya.
3) Banyak pestisida yang tidak dapat terurai di dalam tubuh, sehingga menimbulkan sisa atau residu.

Banyak pestisida yang berbahaya bagi kesehatan manusia dan lingkungan, misalnya DDT, endrin, aldrin, klordans, dinozeb, lindane, heptaklor, klorobenzena, klorofenol, senyawa merkuri, dan senyawa yang mengandung asbestos. Berikut adalah ciri-ciri pestisida yang berbahaya bagi kesehatan manusia dan lingkungan.

1) Tidak mudah terurai oleh panas matahari, sehingga akan tetap melekat pada tanaman. Jika makanan tersebut termakan manusia atau hewan, maka racun tersebut akan ikut masuk ke dalam tubuhnya.
2) Tidak mudah terurai di dalam tubuh, sehingga tidak dapat dikeluarkan. Makin lama jumlah pestisida di dalam tubuh akan makin banyak dan melebihi ambang batas yang bisa diterima oleh tubuh.
3) Menimbulkan penggumpalan pada darah manusia, sehingga dapat menimbulkan penyakit yang mematikan.
4) Bersifat karsinogen, yaitu memicu timbulnya penyakit kanker.

Sangat sulit untuk menghilangkan semua dampak negatif dari pestisida. Namun, harus ada usaha untuk mengurangi risiko dampak negatif dari pestisida. Misalnya, menggunakan pestisida yang ramah lingkungan, dan penggunaan pestisida sesuai dengan peruntukannya dengan takaran yang terukur atau sesuai dosisnya. Contoh pestisida yang ramah lingkungan, yaitu biopestisida dan biofungisida yang berasal dari jamur *Trichoderma harzianum* yang bersifat parasit.

Soal Kompetensi

1. Jelaskan dan beri contoh, perbedaan antara pupuk organik dan pupuk anorganik!
2. Apakah yang dimaksud dengan herbisida, fungisida, dan insektisida?

C. Bahan Kimia di Bidang Kesehatan

Pernahkah kamu mendengar tentang penyakit yang namanya flu burung (AI/ *Avian Influenze*)? Penyakit tersebut sangat ditakuti karena mudah tersebar. Sementara itu, penyakit AIDS sampai sekarang belum ditemukan obat yang manjur untuk mengatasinya. Penyakit AIDS berasal dari virus HIV yang menyerang sistem kekebalan tubuh.

1. Jenis-Jenis Penyakit

Menurut penyebabnya, penyakit dibedakan menjadi empat, yaitu penyakit menurun, penyakit traumatis, penyakit infeksi, dan penyakit degeneratif.

Pertama, *penyakit menurun* atau *penyakit bawaan* adalah penyakit yang disebabkan oleh kelainan genetis yang diturunkan dari orang tuanya. Penyakit buta warna, albinisme, layuh otot bertingkat, kretinisme, dan diabetes melitus (DM) adalah contoh-contoh penyakit yang disebabkan oleh faktor genetis. Penyakit genetis tidak dapat disembuhkan dengan pengobatan biasa.

Kedua, *penyakit traumatis* adalah penyakit yang disebabkan oleh kecelakaan, seperti tabrakan, terjatuh, dan tertimpuk atau karena benturan benda keras. Penyakit traumatis berkenaan dengan fungsi tulang, seperti patah, retak, dan gegar otak. Penyakit traumatis dapat disembuhkan dengan pengobatan medis dan nonmedis.

Ketiga, *penyakit infeksi* adalah penyakit yang disebabkan oleh kuman yang masuk ke dalam tubuh. Kuman dapat masuk ke dalam tubuh melalui berbagai cara, seperti lewat kulit, berbagai lubang tubuh, dan gigitan hewan (nyamuk).

Keempat, penyakit *degeneratif* adalah penyakit akibat mulai berdegenerasinya fungsi jaringan, sehingga dapat mengakibatkan terganggunya fungsi organ sebagai akibat penuaan. Penyakit ini banyak diderita para lansia.

2. Bahan Kimia Obat

Ketika kamu sakit kepala, apa yang kamu ingat pertama kali? Mungkin jawabannya adalah apa yang dapat menyembuhkan kamu dari keadaaan sakit kepala. Hal tersebut dapat berupa obat atau cara penyembuhan dari sakit. Secara umum, suatu obat ibarat dua sisi mata uang yang memiliki dua hal yang berlawanan, yaitu sifat farmakologi dan sifat toksikologi.

Pertama, *sifat farmakalogi* adalah sifat yang menunjukkan bahwa obat merupakan zat yang dapat digunakan untuk mencegah dan menyembuhkan penyakit. Kedua, *sifat toksikologi* adalah sifat yang menunjukkan bahwa obat merupakan zat racun yang dapat menimbulkan penyakit. Oleh karena itu, penggunaannya harus berhati-hati sesuai dengan kebutuhan dan dosis yang dianjurkan. Pemakaian obat yang tidak tepat, seperti berlebihan dalam pemakaian atau tidak sesuai dengan dosis justru akan menimbulkan penyakit baru.

Sebelum minum obat-obatan ringan apapun yang dijual bebas, biasakan membaca beberapa ketentuan yang terdapat di dalam kemasan, seperti komposisi, farmakologi, indikasi, kontraindikasi, dan takaran atau dosis sesuai dengan kelompok umur. Obat-obat keras tidak dijual bebas. Obat-obat keras adalah obat yang mempunyai efek yang kuat, sehingga penggunaannya harus sepengetahuan dokter. Obat-obat keras hanya dapat dibeli di apotek dengan resep dokter.

3. Jenis-Jenis Obat

Obat dapat dikelompokkan menjadi sebelas, yaitu obat penghilang rasa sakit ringan, obat penurun demam, obat anti alergi, obat perangsang, obat penenang, obat-obat hormonal, antibiotik, obat penyeimbang, obat luar, zat radioaktif, dan radioisotop. Berikut ini akan dibahas beberapa obat yang sering berhubungan dalam kehidupan sehari-hari.

a. Obat Penghilang Rasa Sakit Ringan (Analgesik)

Rasa sakit ringan seperti pusing, sakit gigi, flu, dan pegal-pegal umumnya memerlukan zat analgesik. Obat-obat analgesik, seperti aspirin dan aspro umumnya mengandung asam salisilat yang mempunyai efek mengurangi rasa sakit/*pain relievers.*

b. Obat Penurun Demam (Antipiretik)

Obat antipiretik adalah obat yang digunakan untuk menurunkan atau mengendalikan suhu tubuh. Obat antipiretik biasanya menjadi satu dengan obat analgesik, seperti acetaminophen dan phenaceten.

c. Obat Anti Alergi (Antihistamin)

Alergi adalah reaksi penolakan yang terlalu sensitif terhadap benda asing yang masuk ke dalam tubuh. Misalnya, debu, bulu burung, rambut anjing, cuaca dingin, beberapa makanan, dan obat-obatan tertentu. Contoh yang termasuk obat antihistamin adalah prometasin.

d. Obat Perangsang (Stimulan)

Obat perangsang bekerja pada sistem saraf pusat yang mengendalikan seluruh kegiatan di dalam tubuh, seperti menaikkan denyut jantung, melancarkan aliran darah, dan memberi efek ringan serta senang. Obat ini sering digunakan untuk mengobati penderita penyakit saraf, akan tetapi sering disalahgunakan. Contoh obat yang bersifat stilmulan adalah kokain, kafein, dan amphetamin.

e. Obat Penenang (Depresan)

Obat yang termasuk depresan adalah barbiturat. Depresan adalah zat yang memperlambat kerja susunan saraf pusat, menghilangkan kecemasan, dan memberikan perasaan tenang. Barbiturat adalah obat penenang dan obat untuk menghilangkan rasa cemas. Oleh karena itu, sering dipakai untuk mengobati orang gila. Depresan juga menghilangkan rasa sakit dan digunakan secara medik untuk anesthesia (obat bius) ketika menjalani operasi. Contoh yang lain adalah *tranquilizers*, *methaqualone*, dan *phenicyclidinehydrochlorise* (PCP).

f. Obat Antibiotik

Obat antibiotik adalah obat yang digunakan untuk mengobati penyakit yang disebabkan oleh kuman atau membunuh kuman, seperti bakteri dan jamur. Oleh karena itu, antibiotik efektif terhadap penyakit yang disebabkan oleh bakteri dan jamur. Contoh obat antibiotik, antara lain penisilin, streptomisin, kloromisetin, tetrasiklin, aureomisin, dan basitrasin.

g. Zat Radioaktif

Beberapa sinar radioaktif digunakan untuk diagnosa dan pengobatan terhadap penyakit tertentu, seperti sinar rontgen untuk mengetahui adanya kelainan, patah tulang, atau suatu penyakit di dalam tubuh. Pemetaan penyakit dalam tubuh juga dapat menggunakan USG, yang hasilnya dapat dilihat seketika melalui layar monitor.

Soal Kompetensi

1. Mengapa kita dalam mengkonsumsi obat-obatan harus hati-hati?
2. Apakah yang dimaksud dengan sifat farmakologi dan sifat toksikologi?

Ilmuwan Kecil

1. Carilah beberapa kemasan obat yang dijual bebas! Obat-obat yang dijual bebas di pasaran diberi tanda lingkaran dengan warna yang berbeda, ada yang berwarna hijau, biru, dan merah. Carilah informasi mengenai arti dari lambang tersebut!
2. Carilah beberapa kemasan obat sakit kepala, kemudian kumpulkan informasi yang tertera di dalam kemasan, seperti merek obat, komposisi, farmakologi, indikasi, kontraindikasi, dosis, dan peringatan penggunaan obat!
3. Berdasarkan informasi yang tertera dalam kemasan, termasuk jenis apakah obat tersebut? Diskusikan hasil yang kamu peroleh dengan hasil yang diperoleh temanmu, kemudian buatlah kesimpulan dalam bentuk laporan di dalam buku tugas dan mintakan nilai kepada gurumu!

Rangkuman

1. Cat adalah suatu padatan yang terdispersi halus dalam bentuk emulsi atau cairan.
2. Cat digunakan untuk melapisi berbagai bahan yang berfungsi untuk mencegah besi cepat berkarat, mencegah kayu cepat lapuk karena hujan atau lekang karena panas, mencegah serangan jamur, lumut, dan serangga. Cat juga dapat menambah keindahan dan fungsi estetika.
3. Plastik dibedakan menjadi dua, yaitu termopalstik dan termoset. Termoplastik adalah plastik yang dapat dipanaskan berulang-ulang sehingga dapat di daur ulang, sedangkan termoset adalah plastik yang hanya dapat dipanaskan sekali dan tidak dapat didaur ulang.
4. Pupuk dibedakan menjadi dua berdasarkan asalnya, yaitu pupuk organik dan pupun anorganik.
5. Bahan kimia obat dapat dibedakan menurut kegunaannya, yaitu analgesik, antipiretik, stimulan, depresan, antihistamin, hormonal, antibiotik, zat radioaktif, radioisotop, penyeimbang, dan obat luar.

In Tips

Kertas Pertama Kali

Kertas pertama kali ditemukan oleh orang Cina bernama Tsa'i Lun pada abad ke-2 M. Sejak itu budaya baca tulis berkembang sangat pesat. Sebelum kertas ditemukan, tulisan umumnya ditulis di atas batu, di kulit kambing, atau di pelepah pohon. Pelepah pohon yang paling banyak digunakan adalah papirus. Sampai sekarang, *paper* (dari kata papirus) menjadi nama untuk lembaran yang dipakai untuk menulis atau disebut kertas.

Tak dapat dibayangkan bagaimana dunia tanpa kertas, sekalipun dalam kehidupan modern sekarang sebagian perannya telah diambil oleh media lain, seperti komputer, internet, dan sebagainya, akan tetapi, bagaimanapun kertas masih merupakan satu hal yang penting yang mungkin peranannya tidak dapat digantikan oleh media lain.

Kelebihan bahan kertas dari bahan lain untuk menulis adalah bahwa tinta dapat terserap dengan mudah di atas permukaan kertas, sehingga dapat menulis dengan cepat. Tinta yang terserap kertas tidak mudah terhapus karena gesekan. Kertas berupa lembaran tipis yang relatif tidak mudah sobek atau patah, sehingga dapat dilipat, ditumpuk, dan dijilid. Dengan kertas, huruf dapat disesuaikan sehingga mudah dikirimkan atau disimpan.

Bahan yang digunakan oleh Tsa'i Lun untuk membuat kertas hampir sama dengan yang digunakan untuk membuat kertas saat ini, yaitu bahan yang mengandung selulosa atau serat, hanya teknik pembuatannya yang berkembang mengikuti perkembangan ilmu dan teknologi saat ini.

Tsa'i Lun menggunakan bahan utama bambu untuk membuat kertas. Bambu di potong-potong dan dilumatkan, kemudian dimasukkan ke dalam bejana besar. Setelah diberi air secukupnya, bambu itu kemudian direbus hingga mendidih beberapa saat. Setelah itu potongan bambu dikeluarkan, yang tersisa adalah bahan kertas seperti bubur. Setelah dingin, bubur kertas itu kemudian dimasukan ke dalam cetakan-cetakan dari kayu. Cetakan itu kemudian dipres pada tekanan tertentu, sehingga menjadi lembaran-lembaran tipis. Lembaran-lembaran tipis itu kemudian dikeringkan dan kertas telah siap untuk ditoreh dengan tinta.

Sumber: disarikan dari 100 Tokoh yang Paling Berpengaruh.

Pelatihan

A. Pilihlah jawaban yang benar dengan menuliskan huruf a, b, c, atau d di buku tugasmu!

1. Berikut merupakan bahan cat yang merupakan bahan kimia, *kecuali* ....
   a. pigmen
   b. bahan pengering
   c. terpentin
   d. bahan pengisi
2. Bahan baku untuk pembuatan kertas diperoleh dari ....
   a. plastik
   b. polimer
   c. selulosa
   d. minyak bumi
3. Plastik termasuk polimer sintetik. Polimer adalah bahan yang tersusun dari...
   a. molekul tunggal
   b. gabungan molekul kompleks
   c. gabungan sejumlah molekul yang berbeda
   d. gabungan dari monomer menjadi molekul kompleks
4. Kelemahan plastik yang berkaitan dengan dampak terhadap kesehatan adalah ....
   a. tidak mudah terurai secara alami
   b. mudah terurai secara alam
   c. terurai sebagian (migrasi monomer)
   d. terbuat dari bahan berbahaya

5. Ciri plastik jenis termoplastik adalah ....
   a. mudah terurai secara alami (*biodegradable*)
   b. tidak mudah terurai secara alami (*unbiodegradable*)
   c. dapat didaur ulang
   d. tidak dapat didaur ulang
6. Efek pemberian pupuk yang berlebihan antara lain di bawah ini, *kecuali* …
   a. mempercepat pertumbuhan gulma
   b. dapat menggangu kehidupan di air
   c. mempercepat pertumbuhan tumbuhan air yang tidak diharapkan
   d. menumpuknya pupuk dalam konsentrasi yang tinggi pada daerah hilir
7. Obat dapat menjadi racun bagi tubuh, jika digunakan secara salah. Hal tersebut merupakan sifat obat dari segi ....
   a. farmokologi
   b. toksikologi
   c. medikologi
   d. theraputik
8. Cara untuk mendapatkan pestisida ramah lingkungan adalah dengan ....
   a. mengembangkan jenis biofungisida dari bahan jamur
   b. mengembangkan pestisida dari bahan kimia DDT
   c. membunuh serangga dengan pengasapan
   d. memberantas hama secara mekanik
9. Jenis obat yang digunakan untuk mengurangi reaksi terhadap benda asing yang masuk adalah ....
   a. antipiretik
   b. antihistamin
   c. analgesik
   d. antibiotik
10. Obat yang diiklankan dapat menurunkan demam termasuk jenis … .
    a. antipiretik
    b. antihistamin
    c. analgesik
    d. antibiotik

B. *Kerjakan soal-soal berikut di buku tugasmu!*

1. Sebutkan macam-macam bahan kimia cat!
2. Jelaskan cara pembuatan kertas!
3. Apakah perbedaan antara termoplastik dan termoset?
4. Jelaskan macam-macam pestisida berdasarkan organisme sasarannya?
5. Apakah yang dimaksud dengan sifat farmakologi dan toksikologi suatu obat?

Refleksi

Menilai dan Memilih Produk Industri

Dalam kehidupan sehari-hari, kita sering dihadapkan dengan berbagai pilihan dari berbagai produk sejenis. Produk kimia pada umumnya dibuat dalam skala industri dengan jumlah yang besar. Selain dalam jumlah yang besar, produk kimia juga menawarkan dengan harga dan kwalitas yang bervariasi, dari yang berharga mahal sampai dengan yang murah, dengan kwalitas sangat bagus sampai kwalitas sangat buruk. Untuk itu konsumen diharapkan pandai-pandai memilih.

Kegiatan kamu kali ini adalah membuat analisis sederhana dari berbagai merek produk cat yang sudah mendapatkan penilaian dari berbagai aspek berdasarkan kriteria tertentu. Berdasarkan ciri-ciri dari berbagai merek cat dalam tabel di bawah ini, manakah jenis cat yang paling tepat untuk digunakan?

Merek	Emulsi	Pigmentasi	Daya Lekat	Kedap Air	Variasi Warna	Pelapisan (Kg/m^2)	Harga
A	****	***	***	**	**	***	**
B	**	***	**	***	****	***	***
C	***	**	****	***	****	****	**
D	*	***	***	**	****	****	***
E	***	***	***	***	*	***	***
F	****	****	****	*	***	***	*

Keterangan:

**** : istimewa
*** : baik
** : cukup
* : kurang

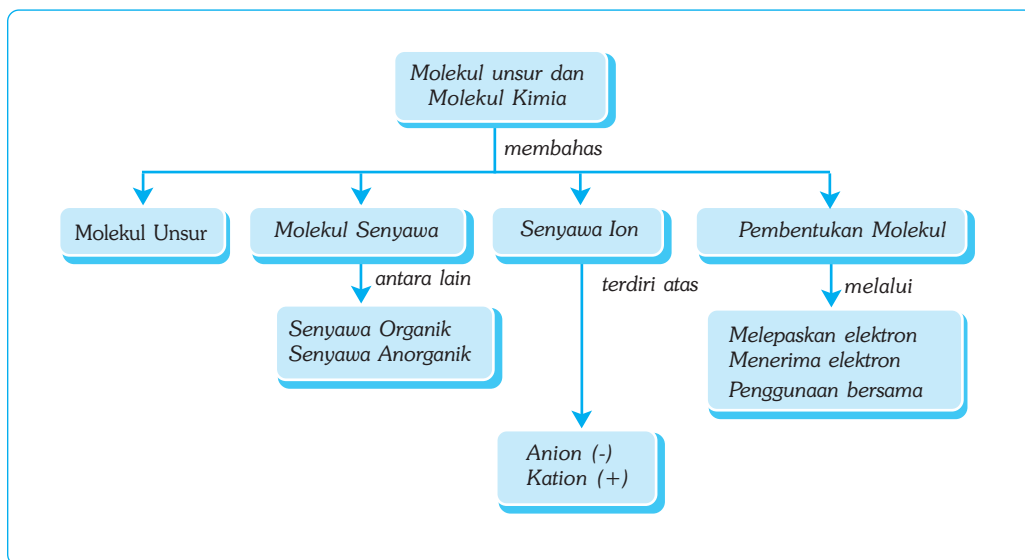
Pertanyaan

1. Cat merek apakah yang mempunyai emulsi paling halus sehingga dapat terdispersi secara merata?
2. Cat merek apakah yang memiliki pigmen warna yang tidak mudah luntur dan berubah warna?
3. Cat merek apakah yang memiliki daya lekat kuat dan tidak mudah mengelupas?
4. Cat merek apakah yang kedap air?
5. Cat merek apakah yang mempunyai pilihan warna paling lengkap
6. Cat merek apakah yang paling babar?
7. Cat merek apakah yang harganya paling murah?
8. Jika kamu ingin cat yang harganya murah, babar, dan tidak mudah luntur, maka merek cat apakah yang kamu pilih?

Bab XII MOLEKUL UNSUR DAN MOLEKUL SENYAWA

Tujuan Pembelajaran

Kamu dapat membandingkan molekul unsur dan molekul senyawa.

Peta Konsep

Kata Kunci

- Molekul Unsur
- Molekul Senyawa
- Ikatan Kovalen
- Ikatan Ion
- Senyawa Ion
- Elektron Valesi
- Ikatan Kovalen
- Ikatan Kimia

A. Molekul

Jika kamu membuka botol parfum atau minyak gosok, maka segera tercium baunya. Makin lama kamu membuka botol, makin merata dan kuat baunya menyebar ke seluruh ruangan. Bagaimana hal tersebut dapat terjadi?

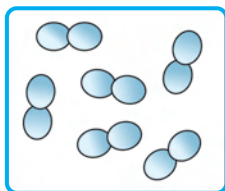
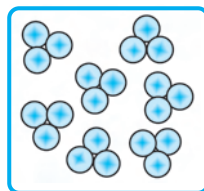
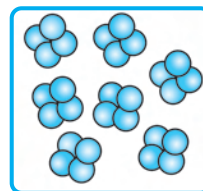
Sumber: Jendela Iptek. Kimia. 2000.

Gambar 12.1 Parfum terdiri dari beberapa molekul.

Parfum atau colognet terbuat dari campuran antara aroma colognet, alkohol, dan sedikit air. Ketika sumbat dibuka maka zat dalam botol menguap dan terurai menjadi bagian-bagian kecil. Meskipun kamu tidak dapat melihat, kamu dapat mencium baunya. Itulah partikel yang terkecil yang masih mempunyai sifat yang sama seperti aroma colognet. Partikel tersebut dinamakan molekul colognet.

Sebagaimana dijelaskan pada bab sebelumnya, bahwa dua atom atau lebih dapat membentuk molekul. Molekul yang tersusun dari dua atom atau lebih yang sama disebut *molekul unsur*, sedangkan molekul yang terbentuk dari dua atom atau lebih yang berbeda disebut *molekul senyawa*.

B. Molekul Unsur

Molekul unsur adalah molekul yang terbentuk dari dua atom atau lebih yang sama. Molekul unsur yang terbentuk atas dua atom yang sama disebut molekul *diatomik*. Contoh molekul diatomik, yaitu hidrogen dan oksigen. Molekul gas hidrogen tersusun dari dua atom hidrogen (H_2), sedangkan molekul gas oksigen tersusun dari dua atom oksigen (O_2). Molekul unsur yang tersusun dari tiga atom disebut *molekul triatomik*, misalnya ozon (O_3). Bagaimana jika tersusun atas empat atom atau delapan atom? Molekul unsur yang tersusun dari empat atom disebut *molekul tetraatomik*, sedangkan molekul unsur yang tersusun dari delapan atom disebut *molekul oktaatomik*. Contoh molekul tetraatomik, yaitu P4, sedangkan contoh molekul oktaatomik, yaitu S_8. Perhatikan gambar berikut ini!

Hidrogen

Ozon

Fosfor

Gambar 12.2 Beberapa molekul unsur.

Molekul Unsur dan Molekul Senyawa

Contoh beberapa molekul unsur, rumus kimia, dan ciri-cirinya dapat di lihat pada tabel berikut.

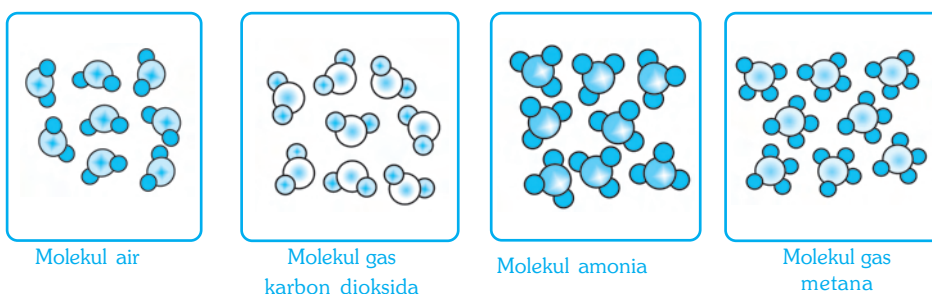
Tabel 12.1 Molekul Unsur, Rumus Kimia, dan Ciri-Cirinya

No	Molekul Unsur	Rumus Kimia	Ciri-Ciri
1.	Oksigen	O_2	Gas, tidak berwarna, tidak berbau, dan dapat terbakar
2.	Hidrogen	H_2	Gas, tidak berwarna, tidak berbau, dan mudah terbakar
3.	Nitrogen	N_2	Gas, tidak berwarna, dan tidak berbau
4.	Iodin	I_2	Padat dan hitam, dalam bentuk gas berwarna ungu
5.	Bromin	Br_2	Cair dan berwarna cokelat kemerahan
6.	Klorin	Cl_2	Gas, berwarna hijau muda, dan beracun
7.	Fluorin	F_2	Gas dan berwarna kuning muda
8.	Ozon	O_3	Gas dan pelindung atmosfer
9.	Fosfor	P_4	Padat, berwarna putih, dan mudah terbakar
10.	Belerang	S_8	Padat dan berwarna kuning

C. Molekul Senyawa

Molekul dapat tersusun dari dua atau lebih atom yang berbeda. Molekul yang tersusun dari atom-atom yang berbeda disebut *molekul senyawa* atau *molekul heteroatom*. Misalnya, molekul air, karbon dioksida, amonia, dan molekul gas metana.

Molekul air tersusun dari dua atom hidrogen dan satu atom oksigen (H_2O), sedangkan molekul gas karbon dioksida tersusun dari satu atom karbon dan dua atom oksigen (CO_2). Bagaimana dengan molekul amonia dan gas metana? Molekul amonia adalah molekul yang tersusun dari satu atom nitrogen dan tiga atom hidrogen (NH_3), sedangkan molekul gas metana tersusun dari satu atom karbon dan empat atom hidrogen (CH_4). Perhatikan contoh molekul senyawa berikut ini!

Molekul air — Molekul gas karbon dioksida — Molekul amonia — Molekul gas metana

Gambar 12.3 Contoh molekul senyawa.

D. Senyawa Ion

Ion adalah molekul atau atom yang bermuatan listrik. Molekul juga dapat terbentuk dari gabungan ion positif (+) dan ion negatif (-). Molekul yang terbentuk dari ion disebut *senyawa ion*. Ion positif penyusun senyawa disebut *kation*, sedangkan ion

negatif penyusun senyawa disebut *anion*. Ion positif saling berikatan dengan ion negatif. Misalnya, garam dapur terbentuk atas ion Na^+ dan ion Cl^-. Sejumlah kation dan anion dari beberapa atom dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 12.2 Kation dan Anion

No	Anion		Kation	
	Nama Ion	Rumus	Nama Ion	Rumus
1.	Natrium	Na^+	Fluorida	F^-
2.	Kalium	K^+	Klorida	Cl^-
3.	Magnesium	Mg^{2+}	Bromida	Br^-
4.	Kalsium	Ca^{2+}	Iodida	I^-
5.	Barium	Ba^{2+}	Hidrida	H^-
6.	Aluminium	Al^{2+}	Oksida	O^{2-}
7.	Nikel	Ni^{2+}	Sulfida	S^{2-}
8.	Tembaga	Cu^{2+}	Nitrida	N^{3-}

Berdasarkan kandungan unsurnya, senyawa dapat dibedakan menjadi senyawa organik dan senyawa anorganik. Senyawa organik adalah senyawa yang tersusun oleh unsur karbon (C) dan ditambah dengan beberapa unsur tertentu, seperti nitrogen, hidrogen, dan oksigen, sedangkan senyawa anorganik adalah senyawa yang dibentuk oleh semua unsur kecuali karbon. Contoh senyawa organik, yaitu karbohidrat, glukosa, dan fruktosa. Bagaimana dengan contoh senyawa anorganik? Dapatkah kamu menyebutkannya? Ya benar, beberapa contoh senyawa anorganik, yaitu tawas, garam dapur dan sebagainya.

Kegiatan

Pengelompokan Materi

Salinlah tabel berikut di dalam buku tugasmu!

No	Nama Materi	Unsur	Senyawa Molekul	Senyawa ion
1.	Aluminium			
2.	Karbon dioksida			
3.	Tembaga			
4.	Garam dapur			
5.	Oksigen			
6.	Gula			
7.	Asam klorida			
8.	Emas			
9.	Air raksa			
10.	Amonia			

Carilah informasi mengenai materi dalam tabel tersebut di buku, majalah, surat kabar, internet, atau dari tabel periodik unsur, kemudian tentukan apakah termasuk unsur, senyawa molekul, atau senyawa ion dengan memberi tanda V pada kolom yang tersedia!

Tokoh

Dmitri Mendeleyev

Sumber: Jendela Iptek, Kimia.2000.

Dmitri Mendeleyev adalah seorang ahli kimia berkebangsaan Rusia. Ia adalah orang pertama yang menemukan fakta mendalam tentang unsur-unsur kimiawi. Kontribusi terbesarnya terhadap ilmu pengetahuan adalah menciptakan tabel unsur berkala yang menunjukkan kecenderungan dan pola aspek-aspek unsur tersebut. Tabel tersebut sekarang dikenal sebagai tabel periodik unsur. Pada tahun 1860, ia diundang untuk menghadiri kongres Kimia Internasional yang pertama di Jerman. Dari hasil konggres tersebut, ia dikukuhkan menjadi seorang profesor kimia. Pada tahun 1955, ahli kimia nuklir dari Amerika Serikat, menemukan unsur ke-101 dan diberi nama mendelevium untuk menghormati jasa dan pengorbanan Mendeleyev.

Soal Kompetensi

1. Jelaskan perbedaan antara molekul unsur dan molekul senyawa!
2. Apakah perbedaan antara anion dan kation, berikan contohnya!

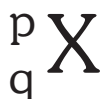
E. Pembentukan Molekul

Bagaimana atom-atom membentuk molekul? Molekul terbentuk dari atom-atom yang saling berikatan. Ikatan antaratom disebut *ikatan kimia*. Ikatan kimia terbentuk karena kecenderungan atom-atom mencapai keadaan stabil.

Untuk lebih mudah memahami bagaimana molekul dapat terbentuk, ada baiknya mengulang sedikit tentang teori atom yang dikemukakan oleh Neils Bohr. Neils Bohr (1913) berpendapat bahwa atom tersusun dari partikel-partikel proton (bermuatan +1), elektron (bermuatan –1), dan netron (tidak bermuatan).

Menurut Neils Bohr, proton dan netron terdapat pada inti atom yang dikelilingi oleh elektron pada lintasan-lintasan tertentu, sedangkan atom itu sendiri tidak bermuatan. Oleh karena itu, jumlah proton dan elektron dalam suatu atom selalu sama.

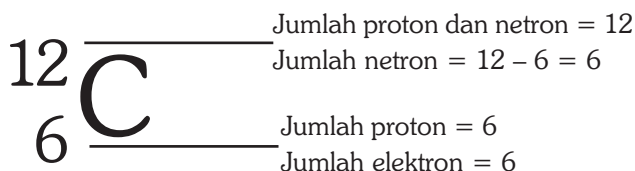
Jumlah proton dan netron dalam inti menunjukkan massa atom, sedangkan jumlah proton atau jumlah elektron menunjukkan nomor atom. Contohnya karbon mempunyai jumlah proton 6, jumlah netron 6, dan jumlah elektron 6, sehingga massa atomnya menjadi 12. Secara lengkap, perhatikan lambang suatu atom berikut ini!

$$^{p}_{q}X$$

Keterangan:
X : lambang atom
p : massa atom yang menyatakan jumlah proton dan netron
q : nomor atom yang menyatakan jumlah proton atau jumlah elektron dalam atom

Misalnya, atom karbon (C), lambang lengkap untuk atom karbon adalah sebagai berikut.

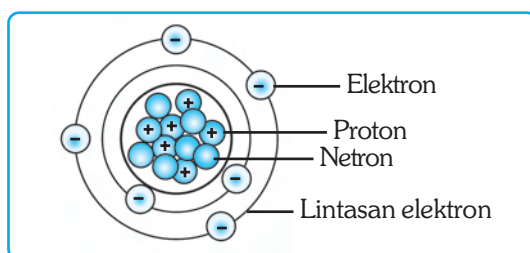
$$^{12}_{6}C$$

Jumlah proton dan netron = 12
Jumlah netron = 12 – 6 = 6

Jumlah proton = 6
Jumlah elektron = 6

Elektron suatu atom beredar pada lintasan (orbital) tertentu. Nomor lintasan elektron dari yang paling dekat dengan inti adalah 1, 2, 3, 4, … dan diberi nama K, L, M, N … dan seterusnya. Jumlah elektron yang mengisi setiap lintasan dari lintasan pertama berturut-turut adalah sebagai berikut.

Lintasan 1 maksimum diisi 2 elektron.
Lintasan 2 maksimum diisi 8 elektron.
Lintasan 3 maksimum diisi 18 elektron.
Lintasan 4 maksimum diisi 32 elektron.

Jadi, secara matematis dapat dituliskan bahwa jumlah elektron maksimun pada lintasan, yaitu $2n^2$ (*n* adalah kulit yang ke-*n*)

Misalnya, atom karbon $^{12}_{6}C$. Lintasan pertama pada atom karbon diisi 2 elektron, sedangkan sisanya, 4 elektron, menempati lintasan kedua. Perhatikan gambar berikut.

Gambar 12.4 Model konfigurasi atom karbon menurut Neils Bohr.

Berapa elektron yang mengisi kulit terluar? Jumlah elektron yang mengisi kulit terluar dari suatu atom disebut *elektron valensi*. Berapakah elektron valensi atom karbon? Model atom Neils Bohr dapat digunakan untuk menjelaskan terjadinya ikatan kimia yang menjadi dasar terbentuknya molekul.

Menurut G.N. Lewis (1916), atom yang memiliki 2 elektron pada kulit terluar bagi yang hanya memiliki satu lintasan dan 8 elektron bagi yang mempunyai dua lintasan atau lebih disebut elektron stabil. Atom ini sangat stabil dan sulit bereaksi dengan atom lain, misalnya $_{2}He$, $_{10}Ne$, $_{28}Ar$, $_{36}Kr$, $_{54}Xe$, dan $_{86}Rn$. Unsur-unsur tersebut disebut *gas mulia*.

Jumlah atom yang diterima dari atau diberikan kepada unsur lain disebut *valensi*. Misalnya, atom H bervalensi 1, atom O bervalensi 2, dan atom C bervalensi 4. Valensi suatu atom menentukan berapa ikatan yang dapat terbentuk dengan atom lain. Untuk mencapai keadaan stabil, unsur-unsur melepas atau menerima unsur lain melalui ikatan kimia dengan cara melepaskan elektron, menerima elektron, dan memasangkan elektron dengan penggunaan bersama.

1. Melepaskan Elektron

Atom yang mempunyai daya tarik kecil karena jumlah ion negatifnya sedikit, cenderung melepaskan elektron dan membentuk ion positif. Misalnya, natrium ($_{11}Na$) yang memiliki konfigurasi 2.8.1. Natrium mempunyai elektron valensi 1, sehingga energi ionisasinya terlalu kecil untuk menarik 7 elektron. Untuk mencapai elektron stabil (dengan 8 elektron valensi), atom Na lebih mudah melepaskan 1 elektronnya dan membentuk ion Na^{+}. Natrium yang sudah stabil (Na^{+}) memiliki konfigurasi 2.8.

2. Menerima Elektron

Atom yang memiliki daya tarik besar dan jumlah elektron valensinya banyak, cenderung menarik dan menerima elektron untuk membentuk ion negatif. Misalnya, sulfur atau belerang ($_{16}S$) yang memiliki konfigurasi 2.8.6. Sulfur mempunyai elektron valensi 6, sehingga mempunyai daya tarik besar untuk mengikat atau menerima 2 elektron dari atom lain dan membentuk S^{2-}. Sulfur yang stabil (S^{2-}) memiliki konfigurasi elektron 2.8.8. Ikatan kimia yang terjadi karena adanya interaksi elektrostatik antara ion positif dan ion negatif disebut *ikatan ion*.

3. Memasangkan Elektron untuk Penggunaan Bersama

Atom hidrogen (H) yang memiliki konfigurasi 1, hanya mempunyai satu elektron dengan elektron valensi 1. Untuk mencapai kestabilan (dengan elektron valensi 2) atom H memerlukan satu elektron. Oleh karena itu, atom H harus memasangkan satu elektronnya dengan atom lain untuk digunakan secara bersama-sama.

Atom Klorin ($_{17}Cl$) yang memiliki konfigurasi 2.8.7, mempunyai elektron valensi 7. Untuk mencapai kestabilan (dengan elektron valensi 8) atom klorin memerlukan 1 elektron. Oleh karena itu, atom Cl memasangkan satu elektronnya dengan atom lain yang juga memerlukan satu elektron untuk dipakai bersama-sama. Pada contoh ini atom H dan atom Cl membentuk HCl. Ikatan kimia yang terjadi karena penggunaan pasangan elektron secara bersama disebut *ikatan kovalen*.

Rangkuman

1. Molekul merupakan partikel terkecil dari suatu senyawa. Molekul dapat terbentuk dari dua atom atau lebih.
2. Molekul unsur adalah molekul yang tersusun dari dua atom atau lebih yang sama, sedangkan molekul senyawa adalah molekul yang tersusun dari dua atom atau lebih yang berlainan.
3. Kemampuan atom untuk melepaskan atau menerima elektron disebut valensi.
4. Pembentukan molekul dapat melalui ikatan ion, ikatan kovalen, maupun ikatan hidrogen.
5. Ikatan ion adalah ikatan yang terbentuk karena gaya tarik antara atom bermuatan positif dan atom yang bermuatan negatif.
6. Disebut ion negatif apabila menerima satu atau lebih elektron. Disebut ion positif apabila melepaskan satu atau lebih elektron.
7. Ikatan kovalen adalah ikatan kimia yang terbentuk melalui penggunaan bersama pasangan elektron.
8. Ikatan hidrogen terjadi pada kelompok atom yang mengandung muatan listrik negatif dengan atom hidrogen yang terikat secara kovalen dengan atom lain yang bermuatan positif.

In Tips

Molekul Organik

Disebut molekul organik karena terdapat di dalam organisme. Molekul organik juga disebut molekul karbon, karena terutama tersusun atas atom karbon. Seperti diketahui, atom karbon memiliki jumlah elektron terluar empat yang dapat membentuk ikatan dengan berbagai atom, termasuk oksigen, hidrogen, nitrogen, dan atom karbon lain. Atom karbon juga dapat membentuk ikatan kovalen tunggal, ganda, dan juga tripel.

Molekul organik terdapat pada organisme, baik tumbuhan, hewan, manusia, maupun mikroorganisme yang dapat dikelompokkan menjadi empat, yaitu (1) Karbohidrat, meliputi monosakarida, disakarida, dan polisakarida. (2) Lemak, meliputi asam lemak, gliserol, dan trigliserid. (3) Protein dan peptida yang terdiri dari sejumlah asam amino dan (4) Asam Nukleat.

Salah satu bentuk karbohidrat yang paling penting adalah glukosa. Glukosa dibentuk di dalam tubuh tumbuhan dalam peristiwa fotosintesis yang menjadi sumber makanan utama bagi seluruh kehidupan di muka bumi.

Lemak terdapat pada tumbuhan dan juga hewan. Berbeda dari karbohidrat yang larut dalam air, lemak tidak larut dalam air, melainkan dalam larutan nonpolar seperti alkohol dan benzena. Lemak juga merupakan sumber energi bagi kehidupan dan memiliki kandungan energi jauh lebih banyak dari kandungan karbohidrat per gramnya.

Protein dari bahasa latin yang berarti “di antara yang terpenting”. Penamaan ini ada benarnya karena protein merupakan komponen terpenting di dalam pertumbuhan dan perkembangan sel. Protein juga terdapat di dalam tumbuhan maupun hewan.

Tidak kalah pentingnya dari molekul organik yang lain adalah asam nukleat. Asam nukleat ada dua macam, yaitu asam nukleat RNA dan asam nukleat DNA. RNA berperan penting dalam sintesis protein, sedangkan DNA membentuk gen setiap sel organisme yang bertanggung jawab menentukan pertumbuhan dan perkembangan secara tepat. Selain itu, asam nukleat DNA juga berperan sebagai substansi pembawa sifat yang akan diwariskan pada generasi selanjutnya (keturunannya).

Sumber: Miller and Levine, (1996), Biology, Prentice Hal Inc, New York, USA.

A. Pilihlah jawaban yang benar dengan menuliskan huruf a, b, c, atau d di buku tugasmu!

1. Molekul yang tersusun atas dua atom atau lebih yang sama disebut…
   a. molekul unsur
   b. molekul heteroatom
   c. molekul senyawa
   d. molekul poliatomik

2. Cl mempunyai kulit terluar dengan jumlah elektron 7 dan cenderung menarik 1 elektron dari atom lain untuk membentuk ikatan ....
   a. ion
   b. valensi
   c. kovalen
   d. hidrogen
3. Ikatan kimia yang ditunjukkan pada gambar di samping adalah ....
   a. ikatan kovalen
   b. ikatan ion
   c. ikatan polar
   d. ikatan hidrogen
4. Massa atau berat atom ditentukan oleh ....
   a. jumlah netron
   b. jumlah netron dan proton
   c. jumlah proton dan elektron
   d. jumlah elektron dan netron
5. Berikut merupakan contoh molekul senyawa, *kecuali* ....
   a. H_2
   b. NH_3
   c. CH_3OH
   d. CH_3COOH
6. Molekul dapat dibentuk dari ikatan kimia. Berikut ikatan kimia yang *tidak* dapat membentuk molekul adalah ....
   a. ikatan ion
   b. ikatan atom
   c. ikatan kovalen
   d. ikatan hidrogen
7. Ikatan kimia yang terjadi karena adanya interaksi elektrostatik antara ion positif dan ion negatif disebut ....
   a. ikatan ion
   b. ikatan kovalen
   c. ikatan hidrogen
   d. ikatan kovalen polar
8. Berikut adalah bentuk ikatan kovalen, *kecuali* ....
   a. NaCl
   b. CO_2
   c. NH_3
   d. CCl_4

9. Atom $_{19}X$, memiliki elektron valensi sebanyak ....
   a. 1
   b. 9
   c. 7
   d. 4
10. Ikatan kimia yang terbentuk melalui penggunaan bersama pasangan elektron disebut ....
   a. ikatan ion
   b. ikatan logam
   c. ikatan kovalen
   d. ikatan hidrogen

B. Kerjakan soal-soal berikut di buku tugasmu!

1. Jelaskan perbedaan antara molekul unsur dan molekul senyawa!
2. Sebutkan materi dari molekul unsur, molekul senyawa, senyawa ion, dan senyawa karbon serta berikan masing-masing contohnya!
3. Jelaskan perbedaan antara senyawa kovalen dan senyawa ion serta berikan contohnya!
4. Bagaimana ikatan kovalen dapat membentuk molekul senyawa? Jelaskan!
5. Bagaimana ikatan ion dapat membentuk senyawa ion? Jelaskan!

Refleksi

Molekul Senyawa dan Campuran

Adanya sedikit muatan listrik pada air, memungkinkan air dapat mencampur zat dengan sangat baik. Campuran adalah zat yang terdiri dari dua atau lebih unsur atau senyawa yang bercampur bersama, tetapi tidak bersenyawa secara kimia. Garam dan gula, misalnya dapat bercampur bersama. Zat yang dibentuk dari campuran dapat dalam berbagai komposisi jumlah yang berbeda, akan tetapi tidak disatukan secara kimiawi oleh ikatan. Campuran yang menggunakan air dapat terjadi dalam dua bentuk, yakni larutan dan suspensi. Campuran yang tidak melibatkan air, dapat dipisahkan unsur-unsur penyusunnya secara fisika, misalnya antara krital garam dan gula, akan tetapi ketika keduanya telah menjadi larutan, maka pemisahannya menjadi sangat sulit dilakukan.

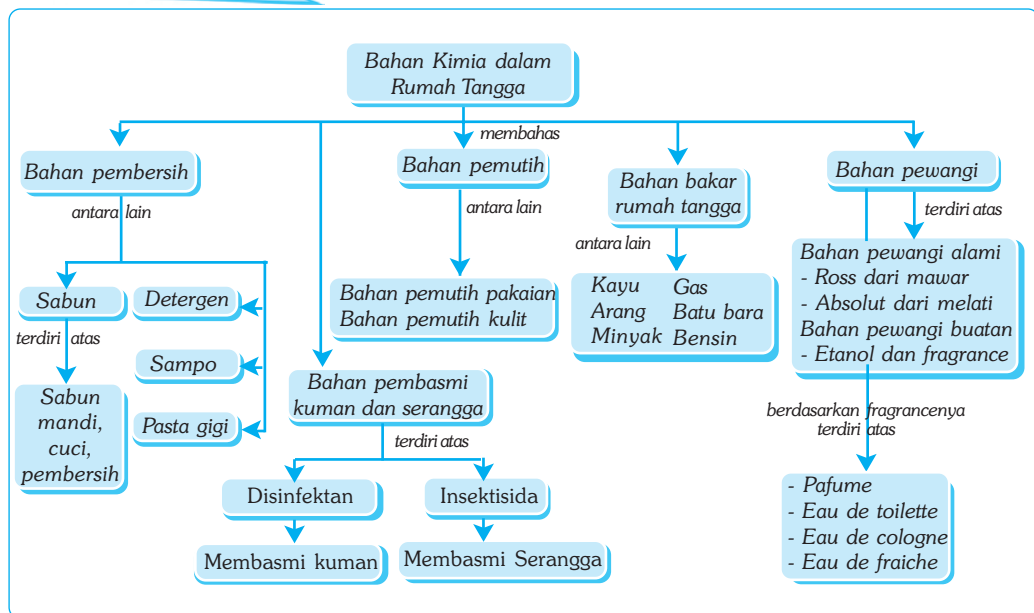
Dalam kegiatan kali ini, kamu akan melakukan proses pemisahan campuran. Adapun proses pemisahan campuran tersebut, yaitu sebagai berikut:

1. Campuran serbuk besi dan bubuk sulfur. Campurkan keduanya dalam berbagai komposisi yang berbeda. Kemudian lakukan pemisahan campuran itu menjadi unsur-unsurnya. Bagaimana kamu melakukannya? Jika kamu menggunakan magnet, maka kamu akan dapat mudah melakukannya. Mengapa?
2. Penambang emas tradisional dapat memisahkan emas dari bebatuan, pasir, dan kotoran hanya dengan menggoyang-goyangkan campuran itu dalam nampan berair. Mengapa?

Tulis jawabmu dengan disertai analisis dan penjelasan secukupnya dan serahkan kepada bapak atau ibu gurumu untuk mendapatkan penilaian!

Bab XIII BAHAN KIMIA DALAM RUMAH TANGGA

Tujuan Pembelajaran

Kamu dapat mengidentifikasi dan mengumpulkan informasi untuk menyimpulkan kegunaan dan efek samping bahan kimia dalam rumah tangga serta mengomunikasikannya.

Peta Konsep

Kata Kunci

- Sabun
- Detergen
- Surfaktan
- Pasta Gigi
- Bahan Pemutih
- Bahan Pembersih
- Fragrance
- Insektisida
- Disinfektan

Gambar 13.1 Berbagai bahan kimia dalam rumah tangga.

Dalam kehidupan sehari-hari, kita tidak terlepas dengan bahan-bahan kimia. Beberapa aktivitas bahkan hampir semua orang menggunakan bahan kimia. Aktivitas tersebut, antara lain mandi, mencuci, ataupun menggosok gigi.

Menggunakan apa kamu membersihkan tubuh ketika mandi? Samakah dengan yang kamu gunakan untuk mencuci pakaian? Menggunakan apa kamu membersihkan gigi? Samakah dengan yang kamu gunakan untuk keramas? Menggunakan apa kamu mengepel lantai? Samakah dengan bahan yang kamu gunakan untuk membunuh serangga? Dapatkah kamu mengenali bahan-bahan kimia sejenis dalam rumahmu? Tersusun oleh komponen apakah bahan-bahan kimia tersebut? Untuk mengetahui lebih lanjut, pelajarilah uraian berikut yang membahas tentang bahan kimia dalam rumah tangga!

Jenis-Jenis Bahan Kimia dalam Rumah Tangga

Bahan-bahan kimia dalam rumah tangga dapat dikelompokkan menjadi lima, yaitu bahan pembersih, pemutih, pewangi, pembasmi hama dan serangga, serta bahan bakar rumah tangga.

1. Bahan Pembersih

Termasuk bahan pembersih adalah pembersih tubuh dan pembersih luar tubuh. Contoh pembersih tubuh adalah pembersih badan atau kulit, pembersih gigi, dan pembersih rambut. Contoh pembersih luar tubuh adalah pembersih pakaian, pembersih perabotan, dan pembersih lantai. Bahan pembersih umumnya berbahan dasar sabun dan detergen.

a. Sabun

Sabun merupakan senyawa garam kalium atau natrium dari asam-asam organik, seperti asam stearat atau asam palmitat. Menurut kegunaannya, ada beberapa macam atau jenis sabun, yaitu sabun mandi, sabun cuci, dan sabun pembersih.

Sabun mandi atau juga disebut sabun lunak umumnya terbuat dari garam kalium (misalnya, kalium hidroksida atau KOH) dengan minyak kelapa. Pada sabun mandi biasanya ditambahkan zat aditif atau aroma wewangian seperti susu, madu, minyak zaitun, dan vitamin E. Agar sabun mandi dapat menimbulkan kesegaran kulit sekaligus sebagai deodoran, sabun mandi sering ditambahkan parfum dari berbagai aroma wewangian. Bagaimana dengan sabun cuci dan sabun pembersih?

Sabun cuci disebut juga sabun keras. Sabun cuci umumnya dibuat dari garam natrium, (misalnya, natrium hidroksida/NaOH atau soda api) dengan minyak kelapa sawit atau lemak hewan. Sedangkan sabun pembersih, seperti sabun untuk mencuci piring dan perabotan, pada prinsipnya sama dengan sabun cuci. Perbedaannya, perbandingan komposisi bahannya diubah. Terkadang ditambahkan asam sitrat untuk menghilangkan lemak.

Cara Kerja Sabun

Bagaimana sabun dapat membersihkan kotoran? Kotoran dan lemak yang menempel di badan dan pakaian tidak larut dalam air, sehingga tidak dapat dihilangkan dengan air biasa. Untuk bisa menghilangkan kotoran dan lemak tersebut harus menggunakan bantuan sabun. Sabun mempunyai dua bagian, yaitu bagian yang menyerap air dan bagian yang menyerap lemak. Dengan menggunakan bantuan sabun, air dapat masuk ke dalam lemak/kotoran. Akibatnya, lemak/kotoran yang semula tidak dapat bercampur dengan air kini dapat bercampur dengan air. Hal ini menyebabkan air dapat membasahi bahan yang dicuci secara merata.

Sabun juga menghasilkan busa. Busa sabun mengangkat kotoran dan lemak dari kain atau badan. Kotoran tersebut tidak akan kembali menempel karena kotoran akan tersuspensi dalam air. Kotoran tersebut dikeluarkan dalam bentuk limbah cucian berupa air kotor yang ditandai air yang berubah menjadi hitam atau keruh.

b. Detergen

Detergen baru ditemukan ratusan tahun sesudah penemuan sabun. Namun, peranan detergen sebagai pembersih makin hari makin meluas serta menggeser kedudukan sabun. Bahan utama detergen adalah surfaktan. Sama seperti sabun, surfaktan berfungsi menurunkan tegangan air sehingga meningkatkan pembasahan bahan. Bagian-bagian yang kotor, seperti sisa lemak, minyak, atau kotoran lain akan basah oleh air detergen. Air detergen juga berfungsi memecahkan dan mengangkat kotoran dari kain atau bahan lain. Kotoran tidak kembali menempel karena kotoran yang terlepas akan ditahan menjadi suspensi dalam air.

Detergen menghasilkan busa yang lebih banyak daripada sabun dan dapat membuat cucian menjadi lebih bersih. Namun, ini tidak berarti bahwa detergen yang menghasilkan busa lebih banyak dapat membuat cucian menjadi lebih bersih.

Seperti halnya sabun, detergen dapat digolongkan menjadi dua, yaitu detergen yang dapat diuraikan oleh mikroba (*biodegradable*) dan detergen yang tidak dapat terurai (*unbiodegradable*). Detergen jenis pertama lebih ramah lingkungan karena tidak menyebabkan polusi air dan tanah, sedangkan detergen jenis kedua sebaiknya tidak diproduksi atau dibeli karena dapat mencemari lingkungan.

Selain berbahan utama surfaktan, detergen juga mengandung bahan penguat. Fungsi bahan penguat adalah mengangkat dan mengikat mineral terlarut, membantu memecahkan kotoran dan lemak sekaligus mensuspensikannya sehingga tidak kembali menempel pada pakaian atau badan. Bahan penguat detergen umumnya berupa senyawa kompleks, seperti natrium sitrat, natrium karbonat, dan zeolit.

c. Pasta Gigi

Seperti halnya sabun dan detergen, pasta gigi adalah pembersih dengan formula yang tidak jauh berbeda dengan sabun. Komposisi bahan disesuaikan untuk membersihkan gigi dan kesehatan mulut. Bahan utama pasta gigi adalah kalium hidroksida (KOH) dan gliserin (lemak) sebagai pengganti minyak sawit atau minyak kelapa, kemudian ditambahkan fluor dan kalsium.

Fluor adalah bahan pelindung email gigi, umumnya dalam bentuk natrium fluorida. Kalsium atau zat kapur merupakan bahan penguat gigi, umumnya ditambahkan dalam bentuk kalsium gliserofosfat.

Dalam pasta gigi sebagai bahan pengental biasanya menggunakan bahan tepung. Selain itu, dalam pasta gigi juga ditambahkan rasa segar dan manis. Rasa segar dan manis pada pasta gigi berasal dari zat aditif berupa mint atau mentol dan pemanis. Pasta gigi juga menggunakan bahan pengawet, umumnya berupa natrium karbonat.

d. Sampo

Bahan baku untuk membuat sampo sama dengan bahan baku untuk membuat sabun. Namun, komposisinya disesuaikan untuk perawatan rambut. Pada pembuatan sampo, minyak kelapa dapat diganti dengan gliserin. Selain sebagai pembersih, sampo sekaligus sebagai penghilang ketombe dan perawatan rambut. Biasanya, di dalam sampo sering ditambahkan bahan-bahan aditif, seperti bahan antiketombe, bahan penyubur rambut, bahan penghitam, dan bahan pencegah rambut rontok.

Sumber: Foto Haryana.

Gambar 13.2 Keramas dapat menjaga kesehatan rambut dan kulit kepala .

Berbagai bahan penyubur rambut alami juga sering ditambahkan ke dalam sampo, seperti santan, kemiri, telur, dan madu. Demikian pula bahan penyubur dan penghitam rambut alami, seperti orang-aring, lidah buaya, merang, dan daun mangkokan. Sampo juga ada yang menggunakan bahan pewangi sintetik, seperti aroma harum dari bunga lavender.

Kegiatan

Pembuatan Sabun Hijau

A. Tujuan

Kamu dapat mengenal bahan kimia dan cara membuat sabun mandi.

B. Alat dan Bahan

Pemanas spiritus, gelas beker, gelas ukur, pengaduk, cetakan, soda kue (KOH), minyak kelapa, pewangi, pewarna D&C, dan akuades.

C. Langkah Kerja

1. Larutkan 100 g soda kue ke dalam 30 ml akuades!
2. Masukkan 150 ml minyak kelapa ke dalam gelas beker!
3. Panaskan dengan kompor spiritus pada suhu kurang lebih 50O C!
4. Masukkan larutan soda kue ke dalam minyak kelapa!
5. Aduk terus hingga larutan berwarna putih kusam!
6. Tambahkan pewarna dan pewangi, aduk terus hingga merata!
7. Tuang ke dalam cetakan! Tunggu hingga dingin dan sabun siap digunakan untuk mandi!
8. Tulis kesimpulanmu di dalam buku tugas!

2. Bahan Pemutih

Bahan pemutih pakaian umumnya digunakan untuk pakaian berwarna putih. Bahan pemutih *blaou* tidak memutihkan, melainkan memberi kesan bersih dengan warna kebiru-biruan. Sementara itu, bahan pemutih dari bahan kimia digunakan untuk mengangkat noda kotoran berwarna pada pakaian putih sehingga menjadi lebih bersih.

Bahan baku yang digunakan untuk memutihkan pakaian adalah senyawa klorin. Senyawa ini dapat mengoksidasi noda-noda dan kotoran berwarna pada pakaian. Selain itu, senyawa klorin juga berefek negatif karena bersifat *inflamatif* pada tangan. Tangan akan terasa seperti terbakar dan gatal-gatal. Bahan kimia tersebut juga berbahaya jika mengenai mata atau selaput lendir lainnya, serta dapat merusak serat kain.

Bahan pemutih yang lain adalah bahan pemutih untuk kulit yang biasa digunakan oleh para remaja putri berupa kosmetik. Pemakaian pemutih kulit yang berlebihan dapat membahayakan kesehatan kulit karena mengandung bahan berbahaya yang dapat menyebabkan flek-flek hitam, bahkan kanker kulit.

3. Bahan Pewangi

Bahan pewangi merupakan campuran antara berbagai bahan wewangian dengan bahan tertentu sebagai pelarut. Bahan pewangi ada yang berasal dari bahan alam, ada juga yang berasal dari bahan buatan atau sintetis. Bahan pewangi dari alam, contohnya parfum dengan aroma absolut dari bunga melati, ross dari bunga mawar, benzoin dari pohon cemara balsam, dan sejumlah wewangian dari bunga kenanga, seperti kasturi, sedap malam, dan kayu putih. Sedangkan bahan pewangi buatan, contohnya dari etanol dan fragrance.

Bahan utama pewangi buatan atau sintetis pada umumnya sama, yaitu fragrance atau bibit wewangian, etil alkohol (etanol), dan akuades (air murni). Komposisi ketiga bahan tersebut dapat berbeda-beda, sesuai dengan spesifikasi pabrik pembuatnya. Berdasarkan fragrance yang dikandungnya, pewangi badan dapat dikelompokkan menjadi empat, yaitu *perfume, eau de toilette, eau de cologne,* dan *eau de fraiche.*

4. Bahan Pembasmi Kuman dan Serangga

Banyak kuman dan serangga berada di rumah kita, apalagi jika kita tidak pandai-pandai menjaga kebersihan. Pakaian kotor yang menumpuk atau bergantungan dapat menjadi sarang nyamuk. Bak sampah yang terbuka atau sisa-sisa makanan yang tidak dibersihkan dapat menjadi tempat lalat dan kecoa.

Sumber: Foto Haryana.

Gambar 13.3 Bahan pembasmi serangga.

Mikroba, seperti bakteri dan jamur, suka menempati tempat-tempat yang lembab. Mikroba sering mendatangkan penyakit, meskipun banyak pula yang bermanfaat. Bahan pembasmi kuman atau mikroba seperti bakteri dan jamur dalam kehidupan sehari-hari sering disebut disinfektan. Bahan disinfektan utama adalah karbol. Contoh lainnya, yaitu kreolin, isopropanol, dan *formaldehid*.

Lalat dan nyamuk merupakan jenis serangga yang dapat membawa penyakit, sedangkan kecoa dan semut kehadirannya terasa mengganggu. Untuk menanggulangi organisme yang mengganggu atau yang dapat mendatangkan penyakit tersebut, sering digunakan pembasmi serangga. Bahan pembasmi serangga biasa disebut insektisida. Bahan utama insektisida berupa garam-garam beracun, seperti arsenat, klorin, DDT, endrin, dan fluorida.

Sebenarnya, bahan pembasmi serangga adalah racun yang tidak sepenuhnya aman bagi manusia dan lingkungan. Bahan pembasmi serangga yang digunakan di rumah umumnya berupa senyawa sintetis yang mengandung bahan beracun yang tidak dapat terurai (*unbiodegradable*). Penggunaan insektisida secara terus-menerus akan menimbulkan resistensi pada serangga. Artinya, serangga tidak mati jika disemprot menggunakan insektisida dengan dosis yang sama, dan baru akan mati jika menggunakan insektisida dengan dosis dan kualitas yang lebih tinggi

5. Bahan Bakar Rumah Tangga

Menggunakan apa kamu memasak? Banyak rumah tangga di pedesaan yang menggunakan bahan bakar kayu atau arang untuk memasak. Di perkotaan, kayu dan arang jarang digunakan. Selain sulit diperoleh, bahan bakar tersebut dapat menimbulkan asap yang mengganggu lingkungan. Kayu juga menimbulkan jelaga hitam yang dapat mengotori perabotan dan rumah.

Sumber: Foto Haryana.

Gambar 13.4 Bahan bakar gas LPG.

Selain kayu, bahan bakar rumah tangga yang sering digunakan adalah minyak tanah, gas, dan batu bara. Bahan-bahan tersebut selain mudah diperoleh, pemakaiannya juga lebih efisien, lebih bersih, lebih aman, serta tidak menimbulkan polusi, terutama bahan bakar gas.

Minyak tanah dan gas yang dipakai dalam rumah tangga, serta bensin dan solar yang dipakai sebagai bahan bakar mesin, berasal dari minyak bumi. Minyak bumi adalah senyawa hidrokarbon dengan jumlah atom karbon (C) bervariasi dari 1 sampai lebih dari 20. Minyak bumi dikeluarkan dari bumi dengan cara dipompa kemudian dipisahkan dari senyawa lain nonhidrokarbon, dan disuling. Hasil penyulingan minyak bumi menghasilkan minyak bensin, minyak pelumas, vaselin, dan aspal.

Gas juga merupakan hasil penyulingan dari minyak bumi yang digunakan sebagai bahan bakar. Ada dua jenis bahan bakar berbentuk gas yang sering kita kenal, yaitu LNG (Liquified Natural Gas) dan LPG (Liquified Petroleum Gas). Gas yang keluar dari alam disebut LNG atau gas alam cair. Gas alam cair mudah terbakar dan beracun. Kandungan LNG 90% terdiri atas metana (CH_4), sedangkan sisanya berupa senyawa hidrokarbon lain, seperti etana (C_2H_6) dan propana (C_3H_8).

Ilmuwan Kecil

Memahami Bahan Kimia Rumah Tangga

Kumpulkan produk industri kimia yang digunakan di dalam rumahmu (minimal 15)! Kelompokkan menurut jenisnya dalam kolom tabel seperti berikut, yang telah kamu salin di buku tugasmu. Jika kamu menemukan bahan khusus yang digunakan tetapi tidak tersedia dalam kolom, maka masukkan dalam kolom "Bahan Tambahan"!

No	Produk	Jenis Bahan Kimia Rumah Tangga					
		Pembersih	Pemutih	Pewangi	Disinfektan/ Insektisida	Bahan Tambahan	Kegunaan
1.	Zaitun	√		√		Susu, madu, zaitun, dan vitamin E	Sabun mandi
2.	....	....	....	....	....	....	dst.

Pertanyaan

1. Bahan kimia apakah yang paling banyak digunakan?
2. Bahan kimia apakah yang paling sedikit digunakan?
3. Jenis bahan kimia apa yang paling banyak menggunakan bahan tambahan?
4. Jenis bahan kimia apa yang paling banyak digunakan sebagai bahan tambahan?
5. Kesimpulan apa yang dapat kamu peroleh dari kegiatan ini?

Soal Kompetensi

1. Sebutkan bahan-bahan kimia dalam pembuatan sabun, detergen, pasta gigi dan sampo!
2. Sebutkan bahan kimia yang sering digunakan untuk membasmi kuman dan serangga!
3. Jelaskan efek negatif dari penggunaan bahan bakar rumah tangga!

Rangkuman

1. Bahan pembersih, meliputi bahan pembersih tubuh, seperti sabun mandi, pasta gigi, sampo; serta bahan pembersih luar tubuh, seperti detergen, pencuci piring, dan pembersih perabotan.
2. Bahan utama pembuatan sabun adalah minyak kelapa atau lemak hewan dan basa. Sabun mandi atau sabun lunak umumnya menggunakan basa lemah kalium hidroksida (KOH). Sabun bahan pencuci atau sabun keras umumnya menggunakan basa kuat natrium hidroksida (NaOH).
3. Bahan utama detergen adalah surfaktan. Sama seperti sabun, surfaktan berfungsi menurunkan tegangan air sehingga meningkatkan pembasah-an.

4. Bahan baku yang digunakan untuk memutihkan pakaian adalah senyawa klorin. Senyawa ini dapat mengoksidasi noda-noda dan kotoran berwarna pada pakaian putih.
5. Bahan utama pasta gigi dan sampo sama dengan bahan utama sabun, yaitu dengan penambahan zat tertentu sesuai peruntukannya. Pada pasta gigi biasa ditambahkan kalsium dan fluor untuk memperkuat gigi. Pada sampo ditambahkan bahan perawat rambut seperti orang-aring.

Sabun

Sabun pertama kali ditemukan oleh orang Arab, ketika secara tak sengaja mencampurkan abu sisa pembakaran dengan lemak onta untuk mencuci. Hasilnya ternyata lebih bersih. Sejak saat itu, sabun dikenal luas sebagai bahan pencuci. Secara industri, sabun diproduksi sekitar awal abad ke-12 dengan mendidihkan lemak hewan yang dicampur dengan larutan basa atau dengan mereaksikan asam organik dengan basa. Karena asam organik umumnya lemak, maka sabun cenderung bersifat alkalis.

Pada akhir abad ke-18, Michel Eugene Chevreul mempelajari komposisi lemak binatang. Penelitiannya menghasilkan kemajuan praktis dalam bidang industri pembuatan sabun dan lilin.

Secara prinsip, kekuatan pembersih sabun tergantung pada derajat kebasaannya. Sabun untuk mandi umumnya merupakan basa lemah dengan pH antara 7-8, dan merupakan hasil reaksi antara lemak nabati, seperti minyak kelapa, minyak kacang, minyak wijen, minyak zaitun, dan bahan-bahan lemak lain yang mengandung asam stearat dengan basa seperti soda kue. Kadang-kadang dalam sabun juga ditambahkan susu, madu, dan bahan lain untuk keperluan kosmetik, seperti menghaluskan dan mewangikan kulit.

Sumber: disarikan dari beberapa sumber a.l. Ensiklopedia Science dan Kehidupan.

Pelatihan

A. *Pilihlah jawaban yang benar dengan menuliskan huruf a, b, c, atau d di buku tugasmu!*

1. Bahan kimia berikut yang *tidak* termasuk bahan kimia rumah tangga nonmakanan adalah ....
   a. bahan pembersih
   b. bahan pengawet
   c. bahan pemutih
   d. bahan pewangi
2. Berikut perbedaan antara sabun dengan detergen, *kecuali* ....
   a. bahan dasar
   b. cara kerja
   c. daya cuci
   d. bahan tambahan
3. Sabun mandi atau sabun lunak menggunakan basa ....
   a. kalium hidroksida
   b. natrium hidroksida
   c. aluminium hidroksida
   d. kalsium hidroksida
4. Bahan utama pembuatan detergen adalah ....
   a. surfaktan
   b. zeolit
   c. asam nitrat
   d. natrium karbonat
5. Bahan yang dapat terurai oleh mikroba secara alami disebut ....
   a. biodegradable
   b. unbiodegradable
   c. renewable
   d. unrenewable
6. Karbol atau kreolin merupakan bahan dasar pembuatan ....
   a. pembasmi serangga
   b. pembasmi kuman
   c. penyegar ruangan
   d. penyejuk udara
7. Efek negatif dari penggunaan pemutih pakaian adalah ....
   a. inflamasi pada tangan
   b. keracunan jika termakan
   c. iritasi pada kulit
   d. merusak selaput lendir

8. Penggunaan kayu sebagai bahan bakar mempunyai kekurangan, yaitu.. .
   a. tidak begitu panas sehingga memerlukan waktu yang lama
   b. cepat habis sehingga harus ditunggui terus menerus
   c. menimbulkan jelaga dan mengotori perabotan
   d. menimbulkan polusi lingkungan karena menyisakan karbon ke udara
9. Bahan bakar minyak di bawah ini yang memiliki efisiensi paling tinggi dari segi penggunaan adalah ….
   a. LPG
   b. batu bara
   c. arang
   d. minyak tanah
10. Penggunaan bahan kimia rumah tangga ke depan adalah ....
    a. makin banyak dan makin variatif sesuai dengan perkembangan iptek dan memenuhi kebutuhan yang terus berkembang
    b. makin berkurang jumlah dan jenisnya karena dikhawatirkan dapat menggangu kesehatan dan merusak lingkungan
    c. tidak banyak mengalami perubahan baik jumlah maupun jenisnya
    d. makin banyak orang yang kembali menggunakan sumber alam

B. Kerjakanlah soal-soal berikut di buku tugasmu!

1. Mengapa kita dianjurkan untuk menggunakan deterjen *biodegradable?*
2. Apa perbedaan antara sabun mandi dengan sabun cuci?
3. Bagaimana pendapatmu tentang penggunaan insektisida (misalnya obat nyamuk) secara terus menerus? Jelaskan jawabanmu dengan alasan yang logis!
4. Apa efek samping dari penggunaan bahan pemutih pakaian?
5. Sebutkan macam-macam bahan bakar beserta keuntungan dan kerugiannya!

Refleksi

Konversi Bahan Bakar Minyak ke Bahan Bakar Gas

Sebagaimana kamu mendengar atau melihat di telivisi, dalam rangka efisiensi, pemerintah akan meniadakan secara bertahap subsidi dan produksi minyak tanah rumah tangga dan menggantinya dengan bahan bakar gas. Harga minyak dunia yang terus melambung menembus angka $100/barrel, dan harga rakyat untuk minyak rumah tangga yang rendah membuat subsidi makin membengkak. Di samping itu, bumi kita mengandung cadangan gas alam cair (LNG) yang luar biasa, bahkan diperkirakan terbesar di dunia. Dengan tingkat konsumsi sekarang, deposit LNG di bumi kita tidak akan

habis dalam waktu 100 tahun. Sementara untuk minyak, sekalipun Indonesia adalah negara pengekspor minyak dengan produski 1 juta barel per hari, akan tetapi untuk konsumsi dalam negeri masih harus mengimpor. Karena itu, dalam waktu lima tahun diharapkan kompor minyak sudah lenyap dan digantikan dengan kompor gas yang saat ini dibagikan secara gratis beserta tabungnya.

Tugas kamu kali ini adalah membuat perbandingan antara penggunaan minyak tanah dan gas sebagai bahan bakar rumah tangga dari berbagai aspek, seperti kandungan bahan kimianya, ketersediaan, efisiensi, keamanan, lingkungan, kesehatan, harga, kemudahan, dan sebagainya. Untuk itu, kamu perlu mencari sumber pembelajaran lain selain dari yang terdapat dalam buku ini. Tuangkan dalam bentuk karya tulis dan tunjukkan kepada bapak atau ibu guru untuk mendapatkan penilaian!

Bab XIV BAHAN KIMIA DALAM BAHAN MAKANAN

Tujuan Pembelajaran

Kamu dapat mengidentifikasi bahan kimia alami dan buatan yang terdapat dalam bahan makanan

Peta Konsep

Bahan Kimia dalam Makanan

membahas:

- *Zat aditif*
- *Penggunaan zat aditif dalam makanan*, meliputi:
  - *Penyedap rasa, aroma, dan perangsang mulut*, antara lain:
    - *Alami :*
      - *Rempah-rempah*
    - *Buatan:*
      - *MSG*
      - *Eugenol*
      - *Benzaldehid*
      - *Almond*
  - *Bahan pewarna*, antara lain:
    - *Alami :*
      - *Kurkumin (kunyit)*
      - *Kapsantin (cabe)*
      - *Klorofil (pandan)*
      - *Beta karotin (wortel)*
    - *Buatan :*
      - *FD & C*
  - *Bahan pengawet*, antara lain:
    - *Alami :*
      - *Garam*
    - *Buatan :*
      - *Formalin*
      - *Boraks*
  - *Bahan pemanis*, antara lain:
    - *Alami :*
      - *Gula tebu*
      - *Gula aren*
      - *Madu*
      - *Kayu manis*
    - *Buatan :*
      - *Sakarin*
      - *Sorbitol*
      - *Dulsin*
      - *Aspartam*
  - *Bahan aditif lain*, antara lain:
    - *Zat pemutih:*
      - *Hidrogen peroksida*
      - *Benzoil peroksida*
      - *Natrium hipoklorit*
    - *Bahan pengembang*
      - *Alami: ragi tapai*
      - *Buatan: soda kue, fermipan, natrium bikarbonat*
- *Pengaruh zat aditif bagi kesehatan*

Kata Kunci

❑ Zat Aditif	❑ Formalin	❑ Zat Pemutih
❑ Penyedap Makanan	❑ Bahan Pewarna	❑ Zat Anti Kempal
❑ Pengawet Makanan	❑ Pemanis Makanan	❑ Bahan Pengembang

Perhatikan makanan yang kamu makan setiap hari. Apakah makanan yang kamu makan merupakan bahan asli ataukah makanan yang mendapatkan bahan tambahan lain? Apa perbedaan antara nasi putih dengan nasi goreng? Jika di hadapanmu disajikan nasi putih dan nasi goreng, manakah di antara keduanya yang kamu pilih? Mengapa?

Sumber: Foto Haryana.

Gambar 14. Zat-zat aditif terdapat dalam berbagai bahan makanan.

Terhadap dua pertanyaan di atas, tentu kamu sepakat untuk memilih nasi goreng, karena di dalam nasi goreng telah ditambahkan bahan-bahan lain, seperti cabe, garam, bawang, kecap, mentega, telur, dan penyedap rasa. Selain cita rasa yang lebih lezat, aromanya juga lebih membangkitkan selera, sehingga makan pun menjadi lahap.

Tahukah kamu, dalam bahan makanan (nasi goreng) tersebut sebenarnya terdapat bahan kimia atau zat aditif. Salah satunya, yaitu zat penyedap rasa. Selain zat penyedap rasa, zat aditif apa sajakah yang biasanya terdapat dalam bahan makanan? Bagaimana pengaruhnya terhadap kesehatan tubuh kita jika dikonsumsi? Temukan jawabannya pada uraian bab berikut yang membahas tentang bahan kimia dalam bahan makanan!

A. Zat Aditif

Zat aditif makanan adalah bahan-bahan yang ditambahkan pada makanan yang bertujuan untuk menyempurnakan makanan agar cita rasa, aroma, dan penampilannya berubah sedemikian rupa sehingga menjadi lebih menarik untuk dikonsumsi. Selain itu, zat aditif juga membuat makanan menjadi lebih awet sehingga dapat disimpan untuk jangka waktu yang relatif lama.

Zat aditif makanan meliputi zat pengawet, zat pemanis, zat antikempal, zat pengatur keasaman, zat pemutih, zat pemantap, zat pengental, zat pengeras, zat pewarna, serta zat penyedap rasa dan aroma. Beberapa zat aditif makanan bersifat alami atau tersedia di alam dalam bentuk hasil tumbuhan. Beberapa jenis zat aditif makanan yang lain merupakan zat buatan atau sintetik yang dibuat oleh pabrik atau industri kimia. Dapatkah kamu memberikan contoh zat aditif alami dan zat aditif buatan atau sintetik tersebut?

Makanan yang bergizi sangat penting bagi kesehatan. Makanan dapat menyebabkan kamu sehat, namun sebaliknya, makanan juga dapat membuat kamu sakit. Selain itu, makanan juga dapat mengobati penyakit yang kamu alami. Makanan yang baik adalah makanan yang sehat, baik dalam pengertian cita rasa, aroma, maupun substansi atau bahan-bahan yang dikandungnya. Makanan yang sehat adalah makanan yang dapat mendukung pertumbuhan, perkembangan, dan kesehatanmu.

Makanan Kemasan

Makanan kemasan adalah makanan yang tersedia tidak dalam keadaan segar atau fresh, namun dikemas dalam pembungkus plastik, aluminium foil, botol, maupun kaleng. Makanan kemasan pada umumnya dibuat agar mudah dibawa, disimpan, serta dapat bertahan dalam jangka waktu relatif lama.

Pada kemasan makanan, umumnya tertera nama produk, komposisi bahan, cara penggunaan, dan tanggal kedaluwarsa (*expired date*). Makanan kemasan yang telah terdaftar dan diperbolehkan untuk dipasarkan umumnya memiliki nomor registrasi dari Departemen Kesehatan.

Berdasarkan komposisi bahan yang tertera dalam kemasan, kamu dapat mengetahui bahan apa saja yang digunakan untuk membuat makanan tersebut, termasuk bahan utama serta bahan-bahan aditif, seperti zat pewarna, penyedap rasa, pengawet, dan pemanis. Tanggal kedaluwarsa umumnya berguna sebagai pemberitahuan tentang batas tanggal bahan makanan boleh dikonsumsi.

Untuk mengetahui lebih lanjut tentang bahan-bahan yang digunakan dalam makanan kemasan tersebut, lakukan kegiatan ilmuwan kecil berikut ini!

Carilah 10 bekas kemasan makanan apa saja, baik berupa kemasan plastik, aluminium foil, botol, maupun kaleng. Periksa komposisi bahan makanan yang digunakan, kemudian tentukan mana yang merupakan bahan utama dan mana bahan aditif buatan yang meliputi bahan pengawet, pewarna, pemanis, penyedap rasa, dan lainnya. Masukkan data yang kamu peroleh dalam sebuah tabel yang telah kamu buat sendiri dibuku tugasmu, kemudian buatlah laporannya untuk dikumpulkan!

B. Penggunaan Zat Aditif dalam Makanan

Tujuan penggunaan zat aditif dalam makanan secara umum ada empat, yaitu meningkatkan mutu atau menambah nilai gizi, mempertegas cita rasa dan aroma makanan, memperbaiki penampilan (agar menarik), dan sebagai bahan pengawet.

Pertama, meningkatkan mutu atau menambah nilai gizi. Beberapa contoh zat aditif yang ditambahkan pada makanan tertentu, antara lain vitamin C pada sari buah, penambahan yodium pada garam dapur (NaCl), penambahan vitamin E dan A pada mentega dan margarin, penambahan kalsium pada susu, penambahan lisin pada tepung gandum untuk meningkatkan kandungan protein, dan penambahan zat besi pada obat penambah darah.

Kedua, mempertegas cita rasa dan aroma makanan. Cita rasa bahan makanan terdiri atas tiga komponen, yaitu aroma, rasa, dan perangsang mulut. Untuk membangkitkan ketiga komponen tersebut, dalam makanan tertentu ditambahkan cita

rasa alami dan cita rasa sintetik serta beberapa bahan bumbu dan ramuan, seperti rasa manis, masam, pedas, gurih, dan pahit, sehingga memiliki rasa yang khas. Demikian pula dengan aroma khas makanan, sebagai ciri khas sekaligus membangkitkan selera.

Ketiga, memperbaiki penampilan agar lebih menarik. Zat pewarna sangat lazim digunakan oleh industri makanan untuk meningkatkan daya tarik suatu produk. Misalnya, zat pewarna pada saus, sirup, makanan ringan, minuman ringan, dan gula-gula atau permen. Selain berfungsi sebagai daya tarik, pemberian warna juga dapat menyeragamkan produk makanan tertentu sebagai ciri khas. Misalnya, sirup dengan rasa jeruk selalu identik dengan warna orange.

Keempat, mengawetkan makanan agar lebih tahan lama. Prinsip pengawetan makanan adalah agar faktor-faktor lingkungan dapat dimanipulasi sedemikian rupa sehingga mikroba tidak dapat tumbuh pada makanan. Zat aditif berupa zat kimia yang memiliki daya pengawet terhadap makanan karena dapat menghambat pertumbuhan mikroba, reaksi enzimatis, dan reaksi kimia.

1. Bahan Penyedap Rasa, Aroma, dan Perangsang Mulut

Untuk membangkitkan cita rasa, aroma, dan perangsang mulut, dalam makanan ditambahkan zat-zat aditif, baik yang alami maupun sintetik. Beberapa zat aditif alami yang sering digunakan sebagai penyedap rasa, aroma, dan perangsang mulut adalah bumbu atau rempah-rempah, seperti merica, ketumbar, daun salam, laos, bawang merah, kemiri, kayu manis, kunyit, jinten, cengkih, dan daun serai.

Selain kandungan gizinya yang tinggi, bahan-bahan aditif alami, seperti asam jawa, jeruk purut, jeruk nipis, terasi, dan petis mengandung asam asetat atau asam cuka yang sangat baik bagi kesehatan. Zat-zat aditif alami tersebut lebih sering digunakan untuk makanan segar dan jarang digunakan untuk makanan kemasan.

a. Penguat Rasa (Flavor Enhancer)

Selain zat aditif alami, zat aditif sintetik sering ditambahkan dalam makanan kemasan. Bahan yang umum digunakan untuk mempertegas rasa adalah MSG (*monosodium glutamat*) yang lebih dikenal dengan istilah penyedap rasa atau moto. MSG merupakan asam amino karboksilat yang diperlukan tubuh untuk pembentukan protein.

b. Perencah Aroma (Flavor)

Perencah aroma atau essens buatan umumnya merupakan tiruan atau sintetik dari aroma buah-buahan, seperti apel, stroberi, dan jeruk, yang berfungsi sebagai penguat aroma. Misalnya, eugenol memberi rasa dan aroma rempah-rempah; senyawa benzietat memberi aroma stroberi; oktil asetat memberi aroma jeruk; vanilin memberi aroma vanili; dan senyawa benzaldehid memberikan aroma ceri dan almond.

2. Bahan Pewarna

Bahan pewarna sangat lazim digunakan oleh industri makanan untuk meningkatkan daya tarik suatu produk. Misalnya, bahan pewarna pada saus, sirup, makanan ringan, dan minuman ringan. Tujuan utama pemberian bahan pewarna adalah memperbaiki penampilan suatu produk sehingga merangsang konsumen untuk membelinya. Selain itu, dengan penambahan zat warna, warna makanan menjadi lebih tegas dan tidak cepat pudar karena pengaruh panas atau cahaya, serta berfungsi sebagai ciri atau identitas suatu produk.

Bahan pewarna yang digunakan dalam makanan secara umum ada dua, yaitu bahan pewarna alami dan bahan pewarna buatan.

a. Bahan Pewarna Alami

Alam menyediakan bahan warna makanan yang aman untuk dikonsumsi. Beberapa contoh bahan pewarna alami untuk makanan adalah sebagai berikut.

Jenis warna	Sumber warna	Kegunaan
1. Kuning	Kunyit	Sering dipakai untuk memberi tambahan warna kuning pada makanan tradisional serta menguningkan sayur. Misalnya, tahu, nasi kuning, bandeng, dan sayur kare.
2. Merah	Cabe	Digunakan untuk memberi warna merah pada sejumlah makanan dan sayur. Misalnya, kerupuk, nasi goreng, saus cabe, sambal goreng, dan sayur rendang.
3. Orange	Wortel	Dipakai untuk memberi warna orange pada makanan, seperti kue, sayur, dan sirup.
4. Hijau	Daun pandan	Memberi warna hijau pada berbagai makanan, seperti kue basah dan sirup serta memberi aroma sedap pada masakan dan minuman.
5. Cokelat	Karamel gula	Memberi warna cokelat pada berbagai kue, baik kue basah maupun kering, serta memberi kesan mengandung cokelat.

Keberadaan bahan pewarna alami pada makanan umumnya dapat diketahui secara mudah, antara lain warna makanan tersebut tidak mencolok serta tidak ada rasa lain, misalnya rasa pahit.

b. Bahan Pewarna Buatan

Selain bahan pewarna alami, terdapat pula bahan pewarna buatan atau sintetik. Bahan pewarna buatan diproduksi oleh industri kimia yang dapat menghasilkan bahan pewarna dalam jumlah besar dalam waktu singkat. Oleh karena itu, bahan pewarna buatan lebih banyak tersedia di pasaran dengan harga yang lebih murah. Namun sekali lagi, tidak semua bahan pewarna buatan aman untuk kesehatan.

Bahan pewarna buatan pada makanan dapat berasal dari bahan pewarna tekstil, plastik, ataupun bahan pewarna sablon, seperti FD & C yellow No. 5 untuk warna kuning, FD & C Red No. 2 untuk warna merah, serta FD & C kormoisin untuk warna orange. Bahan-bahan pewarna buatan tersebut dapat menimbulkan penyakit apabila konsumsinya secara berlebihan.

Selain jenisnya, jumlah pemakaian bahan pewarna buatan pun harus mendapatkan perhatian. Penggunaan bahan pewarna buatan tidak boleh melampaui batas penggunaan maksimum. Penggunaan bahan perwarna makanan buatan diatur olah Departemen Kesehatan serta dikategorikan dalam FD&C (Food Drugs and Cosmetics).

Makanan berwarna yang tidak mencantumkan bahan pewarna dengan label FD&C atau dengan tanda Ⓜ, berarti bahan pewarna yang digunakan bukan yang direkomendasikan oleh Departemen Kesehatan Republik Indonesia.

Pembuatan Dawet Ayu

A. Tujuan

Kamu dapat mengetahui dan membuat bahan pewarna makanan alami, misalnya dari daun pandan.

B. Alat dan Bahan

Pisau, blender, panci, pengaduk, tapis bambu, kompor, tepung beras (¼ kg), gula jawa (1 kg), kelapa parut (¼ kg), daun pandan (10 helai), air, garam, dan es batu.

C. Langkah Kerja

1. Rajang halus daun pandan wangi, kemudian masukkan ke dalam blender. Tambahkan dua gelas air kemudian diblender hingga merata. Setelah itu saring menggunakan kain kasa!
2. Larutkan tepung beras dalam air pandan. Aduk hingga merata sampai menjadi larutan yang encer. Tambahkan air bila perlu!
3. Masak hingga mendidih. Siapkan panci berisi air es. Tuangkan larutan tersebut panas-panas ke dalam tapis yang di bawahnya terdapat panci berisi air es!
4. Didihkan gula jawa dalam 0,5 liter air hingga betul-betul larut!
5. Peras kelapa parut dengan 0,5 liter air untuk diambil santannya!
6. Didihkan dengan ditambah sedikit garam dan aduk agar santan tidak pecah!

D. Pertanyaan

1. Apa warna larutan pandan? Dari manakah warna tersebut berasal?
2. Apa warna larutan beras setelah diberi tambahan larutan pandan?

3. Mengapa larutan beras harus dituangkan panas-panas?
4. Mengapa larutan tersebut harus dimasukkan ke dalam air *es*?
5. Apakah dawet yang dihasilkan beraroma pandan? Apakah warna dan aroma memengaruhi penampilan dan cita rasa makanan?
6. Kesimpulan apa yang kamu peroleh? Tulis dalam sebuah laporan!

3. Bahan Pengawet Makanan

Bahan makanan pada umumnya rentan terhadap pembusukan yang disebabkan oleh jamur ataupun bakteri. Agar bahan makanan menjadi awet dan tahan lama, maka dapat dilakukan dengan cara pengeringan, pemanasan, radiasi, pendinginan, sterilisasi, dan penambahan zat aditif.

Bahan pengawet pada makanan terdiri atas bahan pengawet alami dan bahan pengawet buatan. Bahan pengawet alami yang digunakan untuk mengawetkan makanan, antara lain garam dalam proses penggaraman, serta gula dan asam dalam proses pembuatan manisan.

Selain bahan pengawet alami, ada juga bahan pengawet buatan. Bahan pengawet buatan sering disebut bahan pengawet kimia atau sintetis. Bahan pengawet kimia yang sering digunakan, antara lain *natrium benzoat* untuk mengawetkan makanan dan minuman; *asam sitrat* untuk mengawetkan dalam pembuatan asinan; *natrium nitrat* (sendawa) untuk mengawetkan daging; *natrium* dan *kalsium propionat* untuk mengawetkan roti dan kue; serta *asam askorbat* untuk mengawetkan minyak dan mencegah jamur.

Perlu kamu perhatikan, dalam mengkonsumsi bahan pengawet makanan tersebut kita harus berhati-hati, terutama bahan pengawet makanan buatan. Mengkonsumsi makanan dengan bahan pengawet tidak dianjurkan selama tersedia makanan segar. Beberapa zat aditif pengawet, seperti natrium nitrat dapat bersenyawa dengan asam amino dalam tubuh dan dapat bersifat karsinogen (memicu timbulnya kanker).

Beberapa bahan pengawet, seperti boraks dan formalin dilarang digunakan untuk makanan. Mengapa demikian? Boraks atau asam boraks (boric acid) sebenarnya bukan bahan pengawet untuk makanan, namun dalam kehidupan sehari-hari sering digunakan sebagai bahan pengawet makanan, terutama pada bakso dan bakmi.

Selain sebagai bahan pengawet, boraks juga dapat meningkatkan kekenyalan bakso dan mie sehingga menambah cita rasa. Penggunaan boraks pada makanan dalam jangka waktu lama dapat menimbulkan gangguan serius bagi pemakannya.

Sementara itu, formalin atau formaldehid, umumnya dipakai sebagai bahan pengawet mayat agar tidak membusuk. Formalin juga digunakan sebagai bahan pengawet hewan untuk tujuan penelitian. Jadi, formalin tidak layak dicampurkan pada makanan untuk dikonsumsi manusia.

4. Bahan Pemanis Makanan

Bahan pemanis digunakan pada hampir semua makanan dan minuman, termasuk pada kue, roti, biskuit, minuman ringan, susu, bahkan sayur. Secara garis besar, bahan pemanis dibedakan menjadi dua, yaitu pemanis alami dan buatan.

Bahan pemanis alami biasanya berasal dari tumbuhan, seperti gula pasir dan gula merah dari tebu, serta gula aren dari bunga aren. Contoh bahan pemanis alami lainnya, yaitu kayu manis, gula bit, buah-buahan, dan madu.

Bahan pemanis lain adalah bahan pemanis buatan. Bahan pemanis buatan adalah bahan pemanis yang diproduksi oleh pabrik atau industri kimia sebagai pengganti pemanis alami. Bahan pemanis buatan umumnya terbuat dari bahan-bahan kimia. Oleh karena itu, bahan pemanis buatan tersedia dalam jumlah yang melimpah dengan harga yang lebih murah. Bahan pemanis buatan berfungsi untuk mencukupi kekurangan pasokan bahan pemanis alami.

Namun, tidak semua bahan pemanis buatan aman untuk dikonsumsi. Beberapa bahan pemanis buatan bahkan dilarang digunakan karena dapat menyebabkan gangguan kesehatan. Beberapa contoh pemanis buatan, antara lain sakarin, sorbitol, dan aspartam.

Sakarin adalah contoh bahan pemanis buatan yang dapat memberi rasa manis 400 kali manisnya gula, tetapi nilai kalorinya rendah, sedangkan sorbitol adalah pemanis yang dapat memberi rasa manis 250 kali manisnya gula. Sorbitol banyak digunakan untuk pemanis permen dan makanan anak-anak. Aspartam adalah pemanis yang sering digunakan untuk minuman dan memberi rasa manis sekitar 200 kali manisnya gula. Beberapa pemanis yang lain, yaitu natrium siklamat, dulsin, dan dihidrikalkon.

Menurut Badan Kesehatan Dunia (WHO), batas aman untuk penggunaan pemanis (dalam hal ini sakarin) adalah 0 – 5 mg/kg berat badan per hari. Artinya, jika berat kamu 50 kg, maka batas maksimum konsumsi sakarin yang aman adalah 50 × 5 mg, yaitu 250 mg atau ¼ gram per hari. Untuk mengurangi risiko akibat mengonsumsi pemanis buatan yang berlebihan, sebaiknya selalu melihat komposisi bahan pemanis yang digunakan. Penggunaan pemanis alami jauh lebih baik, meskipun rasanya tidak manis betul. Namun perlu diingat, meskipun yang dipakai pemanis alami, penggunaannya harus mempertimbangkan faktor kesehatan. Terlalu banyak mengkonsumsi gula dapat menimbulkan kegemukan (obesitas) dan penyakit diabetes.

5. Bahan Aditif Makanan yang Lain

Bahan aditif makanan lain tidak sepopuler bahan aditif yang telah dibahas terdahulu karena jarang dipakai untuk keperluan sehari-hari. Bahan aditif yang dimaksud, antara lain zat pemutih, zat pengatur keasaman, zat antikempal, zat antioksidan, dan zat pengembang.

a. Zat Pemutih

Seperti namanya, zat pemutih digunakan untuk memutihkan bahan makanan sehingga tampak lebih menarik dan lebih bermutu. Bahan pemutih tidak mengurangi atau merusak bahan. Sekalipun demikian, bahan pemutih tidak memperbaiki mutu maupun kandungan gizinya. Contoh bahan pemutih yang sering digunakan untuk industri makanan adalah hidrogen peroksida.

Hidrogen peroksida adalah bahan pemutih yang digunakan untuk memutihkan susu. Warna susu yang asli adalah putih kekuning-kuningan. Penambahan hidrogen peroksida menjadikan susu berwarna lebih putih. Selain hidrogen peroksida, bahan pemutih lain yang sering digunakan, yaitu benzoil peroksida dan natrium hipokorit.

Benzoil peroksida dan natrium hipoklorit adalah bahan yang digunakan sebagai bahan pemutih tepung dan sekaligus memudahkan pelarutan tepung di dalam air sehingga proses pengadukan menjadi lebih mudah. Penggunaan bahan yang mengandung klorida, seperti natrium hipoklorit harus hati-hati, karena bahan tersebut dalam bentuk gas.

b. Zat Pengatur Keasaman

Zat pengatur keasaman adalah bahan yang ditambahkan pada makanan untuk menjaga keasaman makanan atau membuat makanan berasa masam. Beberapa bahan pengatur keasaman merupakan bahan pengawet makanan (untuk membuat asinan) dan untuk mengemulsi lemak (memecah molekul besar lemak menjadi molekul-molekul kecil sehingga mudah larut). Misalnya, asam asetat, asam sitrat, asam laktat, asam fumarat, dan asam fosfat.

Bahan pengatur keasaman alami dapat diperoleh dengan membiakkan bakteri asam pada medium pembiakan. Misalnya, bakteri *Lactobacillus* yang dibiakkan pada medium susu akan menghasilkan asam susu. Bahan pengatur keasaman alami ini baik dikonsumsi dan tidak menimbulkan penyakit, sedangkan bahan pengatur keasaman buatan seperti yang disebutkan di atas dapat menimbulkan penyakit atau kelainan yang serius dalam jangka waktu yang relatif lama. Contohnya penggunaan asam fosfat secara berlebihan dapat menyebabkan endapan pada ginjal yang berpotensi terjadinya batu ginjal.

c. Zat Antikempal

Zat antikempal digunakan untuk mencegah terjadinya penggumpalan pada produk-produk bubuk, seperti susu, tepung, dan garam meja. Contoh bahan antikempal adalah aluminium silikat dan natrium alumino silikat.

d. Bahan Pengembang

Bahan pengembang biasanya ditambahkan pada adonan roti agar roti yang dihasilkan tidak padat. Prinsip kerja bahan pengembang adalah menghasilkan gas karbon dioksida (CO_2). Gas CO_2 yang dihasilkan dapat membuat rongga-rongga pada adonan roti. Jika adonan roti tersebut dipanaskan, maka gas yang

berada di dalamnya akan mengembang sehingga adonan roti menjadi semacam spons. Bahan pengembang secara umum ada dua, yaitu bahan pengembang alami dan bahan pengembang buatan. Contoh bahan pengembang alami, yaitu ragi tapai, sedangkan contoh bahan pengembang buatan, yaitu natrium bikarbonat, soda kue & fermipan.

Soal Kompetensi

1. Sebutkan contoh-contoh zat aditif dalam makanan!
2. Sebutkan contoh bahan yang digunakan untuk mengawetkan makanan!
3. Sebutkan contoh-contoh bahan yang digunakan untuk pemanis makanan!

C. Pengaruh Penggunaan Zat Aditif Makanan terhadap Kesehatan

1. Zat Aditif untuk Cita Rasa dan Aroma

Penggunaan bahan pemanis buatan yang melampaui batas maksimum dapat menimbulkan gangguan kesehatan. Contohnya penggunaan sakarin, siklamat, dan penggunaan MSG. Penggunaan sakarin yang berlebihan dapat menimbulkan gangguan kesehatan serius, seperti terputusnya plasenta pada ibu hamil sehingga menyebabkan keguguran. Penggunaan siklamat yang berlebihan dapat menyebabkan kanker kandung kemih, sedangkan penggunaan MSG secara berlebihan menyebabkan Sindrom Restoran Cina.

2. Zat Pewarna Buatan

Penggunaan zat pewarna pada makanan yang tidak direkomendasikan oleh Departemen Kesehatan dapat menimbulkan gangguan kesehatan, seperti kanker usus dan kanker pankreas. Gangguan tersebut terutama disebabkan oleh kandungan arsen (termasuk bahan beracun) yang jumlahnya melebihi 0,00014% pada zat pewarna, terutama zat pewarna yang sebenarnya digunakan sebagai pewarna tekstil, plastik, dan kulit. Selain itu, kadar timbal yang terkandung dalam zat pewarna bukan untuk makanan umumnya melebihi batas toleransi yang diperbolehkan untuk dikonsumsi. Batas maksimum penggunaannya 0,001%.

Oleh karena itu, perlu dihindari mengonsumsi makanan yang tidak menerakan atau mencantumkan zat warna makanan pada kandungan gizinya atau mengkonsumsi makanan dan minuman yang berwarna mencolok. Perlu dihindari juga mengkonsumsi makanan yang tidak terdaftar di Departemen Kesehatan.

3. Bahan Pengawet

Mengonsumsi bahan pengawet makanan yang berlebihan dapat menyebabkan gangguan kesehatan serius, apalagi bahan pengawet yang tidak direkomendasikan oleh Departemen Kesehatan, seperti boraks dan formalin. Boraks sebenarnya bukan bahan pengawet untuk makanan, namun sering digunakan sebagai bahan pengawet makanan, misalnya pada bakso dan bakmi.

Penggunaan boraks dalam makanan dapat menimbulkan gangguan serius bagi pemakannya, seperti menimbulkan kelainan pada susunan saraf pusat, saluran pencernaan, ginjal, dan hati. Boraks dapat memengaruhi susunan saraf pusat dengan gejala depresi dan gangguan mental.

Soal Kompetensi

1. Jelaskan pengaruh penggunaan zat aditif makanan terhadap kesehatan!
2. Mengapa kita dianjurkan tidak boleh mengkonsumsi makanan yang tidak terdaftar di Departemen Kesehatan?

Rangkuman

1. Zat aditif makanan adalah zat yang ditambahkan pada makanan untuk memperbaiki penampilan, cita rasa, dan aroma makanan.
2. Zat aditif makanan meliputi penyedap rasa dan aroma, pewarna, pemanis, pengawet, pemutih, zat antikempal, pengembang, serta pengatur keasaman.
3. Contoh bahan penyedap rasa alami adalah rempah-rempah, bumbu, dan terasi. Contoh bahan penyedap rasa sintetik adalah MSG dan turunannya, seperti garam gurih, asam cuka, dan beberapa merek MSG.
4. Zat pewarna makanan buatan yang diperbolehkan adalah zat pewarna yang mempunyai tanda FD&D atau Ⓜ.
5. Contoh bahan pemanis buatan, antara lain sakarin, sorbitol, siklamat, dan aspartam.
6. Boraks dan formalin tidak termasuk bahan pengawet yang diperbolehkan. Oleh karena itu, harus dihindari penggunaan boraks dan formalin untuk makanan apalagi mengonsumsinya.

Sindroma Restoran Cina

Kasus sindrom restoran Cina berawal saat seseorang setelah mengonsumsi makanan di sebuah restoran Cina, mengalami gejala-gejala sebagai berikut: merasa kesemutan pada punggung dan leher, rahang dan leher bawah terasa panas, wajah berkeringat, dada sesak, dan pusing-pusing.

Dr. Man Ho Kwok mengungkapkan kasus itu pada tahun 1969 yang kemudian dikenal dengan sindroma restoran Cina. Dari hasil penelitiannya, diungkapkan bahwa penyebab timbulnya gejala RSC adalah konsumsi sup yang banyak diberi MSG (monosodium glutamat atau penyedap rasa). Di samping kadar MSG yang tinggi di dalam sup, juga karena sup itu menjadi makanan pembuka pada saat perut dalam keadaan kosong, sehingga MSG cepat terserap ke dalam darah yang menimbulkan gejala-gejala tersebut.

Penelitian lanjutan oleh DR Jhon Olney pada tahun 1969 menyimpulkan bahwa dosis MSG 0,5 gram/kilogram berat badan terhadap tikus menyebabkan kerusakan signifikan pada sel-sel saraf hipotalamus. Dalam dosis yang sama, MSG disuntikkan pada bawah kulit terhadap anak tikus dan anak monyet juga menimbulkan gejala kerusakan saraf otak dengan akibat tikus dan monyet tumbuh lebih pendek dan gemuk.

Badan Kesehatan Dunia WHO menetapkan batas konsumsi aman adalah 120 mg/Kg berat badan. Akan tetapi batasan itu dicabut pada tahun 1987. Namun demikian, Badan Pengawasan Obat dan Makanan (BPOM) di sejumlah negara Eropa dan Amerika, juga Jepang dan negara maju lainnya sangat membatasi konsumsi MSG, bahkan ada yang melarangnya.

Sumber: disarikan dari berbagai sumber a.l. Sains 2, Depdikbud, Jakarta (2004)

Pelatihan

A. *Pilihlah jawaban yang benar dengan menuliskan huruf a, b, c, atau d di buku tugasmu!*

1. Pengertian zat aditif adalah …
   a. bahan yang ditambahkan pada makanan untuk memperbaiki penampilan
   b. bahan makanan yang dapat menimbulkan kecanduan
   c. makanan pendamping makanan pokok
   d. bahan pengganti makanan pokok
2. Berikut merupakan tujuan pemberian zat aditif pada makanan, *kecuali* ...
   a. memperbaiki mutu dan gizi makanan
   b. mempertegas cita rasa dan aroma makanan
   c. mengawetkan makanan
   d. menaikkan nilai jual

3. Contoh bahan penyedap rasa alami adalah ....
   a. asam cuka
   b. MSG
   c. garam gurih
   d. ketumbar
4. Sindrom restoran Cina merupakan efek penggunaan bahan ....
   a. pengawet
   b. MSG
   c. pewarna
   d. pengembang
5. Tujuan pemberian essens pada makanan adalah ....
   a. menambah cita rasa makanan sehingga lebih lezat
   b. memperkuat aroma makanan untuk menambah selera
   c. menyempurnakan penampilan sehingga lebih menarik
   d. mengawetkan makanan
6. Berikut yang *bukan* termasuk pewarna alami adalah ....
   a. kurkumin
   b. beta karotin
   c. kapsantin
   d. karmoisin
7. Berikut merupakan ciri-ciri fisik zat pewarna makanan yang aman untuk dikonsumsi manusia, *kecuali* ....
   a. warna tidak mencolok
   b. tidak berasa pahit
   c. tidak berbau
   d. tidak mengandung timbal
8. Berikut merupakan cara/metode pengawetan makanan secara fisik, *kecuali* ....
   a. pengeringan
   b. pemanasan
   c. pendinginan
   d. penggaraman
9. Tujuan pengawetan makanan adalah sebagai berikut, *kecuali* ....
   a. mencegah mikroba berkembang sehingga tidak terjadi penguraian makanan
   b. mencegah perubahan susunan kimia makanan
   c. mencegah perubahan bentuk makanan
   d. mencegah perubahan citarasa, aroma, dan warna makanan
10. Bahan pengawet berikut *tidak* boleh digunakan untuk mengawetkan makanan, yaitu ....
   a. sendawa
   b. asam boraks
   c. asam sitrat
   d. asam benzoat

B. Kerjakanlah soal-soal berikut di buku tugasmu!

1. Apakah yang dimaksud bahan aditif makanan?
2. Apakah kelebihan dan kekurangan bahan aditif alami dibandingkan dengan bahan aditif buatan?
3. Penggunaan bahan aditif makanan ternyata tidak selamanya aman. Jelaskan!

4. Sebutkan jenis-jenis bahan aditif makanan!
5. Buah impor pada umumnya telah mengalami radiasi untuk menghambat pematangan dan pembusukan buah. Bagaimana pendapatmu buah impor dibanding dengan buah lokal yang lebih cepat busuk dan berubah warna, aroma, dan rasa?

Refleksi

Mie Ayam dan Bakso

Mie ayam dan bakso merupakan makanan favorit bagi sebagian penduduk Indonesia. Mie ayam dan bakso disajikan dalam keadaan segar dan hangat, lengkap dengan bumbu tambahan, berupa penyedap rasa, sambal, kecap, dan saus tomat yang disajikan secara bebas. Di samping harganya yang cukup murah, mie ayam dan bakso dapat mengeyangkan sehingga sering menjadi makanan alternatif. Dalam mengkonsumsi mie ayam dan bakso tersebut, yang harus diwaspadai adalah bahan aditif yang mungkin di tambahkan pada waktu:

1. Proses produksi mie dan bakso.
2. Proses pemasakan sehingga siap saji.
3. Penyajian dan bumbu pelengkap.

Tugas kamu kali ini, buatlah analisis bahan aditif yang mungkin ditambahkan dalam proses produksi hingga dikonsumsi dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan sebagai berikut!

1. Bahan aditif apa saja yang mungkin ditambahkan agar mie berwarna kuning, kenyal, dan tidak cepat busuk?
2. Bahan aditif apa yang mungkin ditambahkan agar bakso berwarna putih, kenyal, dan tidak cepat busuk?
3. Bahan aditif apa yang mungkin ditambahkan pada kuah agar terasa sedap dan gurih?
4. Bahan aditif apa yang mungkin ditambahkan pada masakan mie ayam?
5. Bahan aditif apa saja yang mungkin ditambahkan pada pembuatan saus sehingga berwarna orange, berasa kecut, dan beraroma tomat?
6. Carilah informasi mengenai bahan-bahan aditif yang digunakan, misalnya bahan pengawet, bahan pewarna, bahan pengenyal bakso dan bakmi, bahan penyedap rasa, bahan pewarna saus, bahan pengawet saus, dan zat aroma saus!
7. Carilah informasi mengenai jumlah bahan yang digunakan, misalnya berapa bahan pengawet yang digunakan untuk 1 Kg daging/mie dan seterusnya!
8. Carilah informasi mengenai bahan-bahan aditif yang digunakan, apakah termasuk yang diperbolehkan atau yang dilarang. Untuk menaikkan citra, citarasa, dan aroma, seringkali ditambahkan dalam mie dan bakso bahan-bahan berbahaya, seperti boraks, formalin, dan pewarna kain. Bagaimana kamu dapat mengidentifikasi bahan-bahan tersebut?

Bab XV ZAT ADIKTIF DAN PSIKOTROPIKA

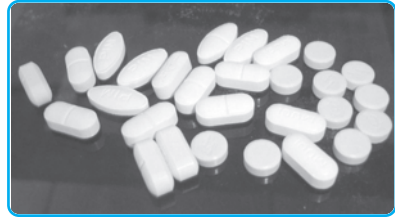
Tujuan Pembelajaran

- *Kamu dapat mendeskripsikan zat adiktif dan psikotropika.*
- *Kamu dapat menghindarkan diri dari pengaruh zat adiktif dan psikotropika.*

Peta Konsep

Kata Kunci

- Zat adiktif
- Rokok
- Alkohol
- Nikotin
- Psikotropika
- Stimulan
- Kokain
- Kafein
- Amphetamin
- Mariyuana
- Depresan
- Narkotik

Pernahkan kamu menderita sakit kepala, seperti kepala pening atau sakit kepala akibat flu? Obat apa yang kamu minum untuk mengatasi rasa sakitmu? Berapa waktu yang diperlukan dari mulai obat diminum hingga rasa pening di kepalamu hilang? Apakah pada waktu selanjutnya kamu masih memerlukan obat tersebut atau hanya sekali saja?

Sumber: Foto Haryana.

Gambar 15.1 Sebagian obat mengandung zat-zat adiktif.

Kesehatan tubuh tergantung pada kesehatan masing-masing sistem organ yang menyusunnya. Pengetahuan kedokteran telah mengembangkan penggunaan berbagai obat untuk meningkatkan kemampuan tubuh dalam mengatasi berbagai penyakit serta memelihara kesehatan tubuh. Namun, penggunaan tembakau, alkohol, dan penyalahgunaan psikotropika dapat mengganggu fungsi tubuh secara normal. Mengapa? Kandungan zat apakah yang ada di dalamnya? Usaha-usaha apa yang dapat kita lakukan untuk mengatasi penyalahgunaan tersebut? Temukan jawabanya dalam uraian bab berikut yang membahas tentang zat adiktif dan psikotropika!

A. Pengertian Zat Adiktif

Apa yang disebut zat adiktif? Zat-zat apa sajakah yang termasuk di dalamnya? Zat adiktif adalah zat kimia yang dimasukkan ke dalam tubuh manusia untuk memengaruhi fungsi faal, baik pada saraf maupun pada bagian tubuh yang lain. Zat adiktif menimbulkan efek kecanduan atau ketergantungan. Contoh zat adiktif, yaitu tembakau, alkohol (minuman keras), dan psikotropika (narkoba).

1. Tembakau atau tobacco berasal dari bahasa Latin, yaitu *Nicotiana tabacum*. *Nicotiana tobacum* adalah nama sejenis tumbuhan berdaun lebar yang masih satu famili dengan tumbuhan kentang. Tembakau sering dimanfaatkan daunnya. Daun tembakau tersebut dikeringkan, dirajang atau dipotong halus, lalu dibakar dalam gulungan kertas sebagai rokok, atau dalam gulungan daun tembakau sebagai cerutu, atau dimasukkan ke dalam pipa untuk diisap asapnya. Di beberapa tempat, tembakau diisap uapnya secara langsung, ada pula yang dikunyah untuk diambil airnya. Rokok dapat menimbulkan kecanduan.
2. Alkohol atau etanol (C_2H_5OH) adalah senyawa hasil fermentasi gula yang umumnya terdapat pada buah-buahan, biji-bijian, dan limbah gula (tetes). Alkohol biasanya dicampurkan ke dalam berbagai minuman keras. Alkohol mempunyai efek sebagai depresan, yaitu zat yang menurunkan aktivitas susunan saraf pusat dan fungsi alat tubuh yang lain. Sebagaimana rokok, alkohol dapat menimbulkan efek kecanduan.
3. Psikotropika pada dasarnya adalah obat yang digunakan untuk mengurangi rasa sakit dan memberi efek rasa senang. Psikotropika secara medis digunakan untuk pengobatan berbagai penyakit, termasuk penyakit saraf. Penyalahgunaan obat-obatan psikotropika dapat menimbulkan efek kecanduan meningkat, yaitu makin lama makin tergantung sehingga makin sulit untuk melepaskan diri dari ketergantungan.

B. Zat Adiktif dan Psikotropika serta Efek Penyalahgunaannya

1. Tembakau

Penelitian ilmiah yang dilakukan berkali-kali, selalu menunjukkan bahwa tembakau dapat menyebabkan penyakit pada bagian tubuh tertentu, selain efeknya pada susunan saraf pusat yang menimbulkan kecanduan. Pada tembakau yang dibakar (dalam bentuk rokok) terdapat lebih dari 3.000 senyawa kimia beracun. Tiga kandungan racun utama yang sangat berbahaya pada rokok adalah nikotin, tar, dan karbon monoksida (CO).

a. Nikotin

Nikotin merupakan zat stimulan, yaitu zat yang dapat memacu kegiatan susunan saraf pusat. Namun, tidak lama kemudian nikotin berubah menjadi zat depresan, yaitu zat yang dapat menurunkan aktivitas susunan saraf pusat dan alat tubuh yang lain. Ketika seseorang mengisap rokok, nikotin diserap ke dalam aliran darah melalui permukaan mulut dan paru-paru. Tujuh detik kemudian, nikotin sudah sampai di otak. Pada saat itu, perokok biasanya merasa lebih nyaman dan nikmat.

Nikotin berpengaruh terhadap sistem peredaran darah dan menyebabkan denyut jantung dan tekanan darah naik. Rata-rata denyut jantung meningkat 33 kali per menit. Itu artinya, jika rata-rata denyut jantung orang normal 70 kali per menit, maka beberapa saat setelah merokok, jantungnya akan berdenyut lebih dari 100 kali per menit.

Beberapa saat kemudian denyut jantung akan turun hingga di bawah rata-rata. Pada saat yang sama, aliran oksigen ke berbagai bagian tubuh berkurang. Aliran darah ke tangan, kaki, dan alat kelamin juga berkurang.

b. Tar

Tar merupakan senyawa kimia campuran yang bersifat racun. Tar dan partikel asap rokok yang lain dapat menempel di paru-paru. Akibatnya, kapasitas pernapasan menurun dan ancaman terinfeksi kuman penyakit meningkat.

Tar dan partikel asap yang lain menyebabkan rambut-rambut (*silia*) yang melapisi permukaan saluran pernapasan tidak berfungsi. Pada keadaan normal, silia selalu bergerak ke arah luar seperti gerakan sapu untuk membersihkan partikel dan mikroorganisme penyebab sakit serta mengeluarkannya dari saluran pernapasan sehingga tidak sampai ke paru-paru.

Selain itu, tar juga merusak jaringan mukosa saluran pernapasan, sehingga menyebabkan luka pada hidung, batang tenggorokan, dan bronkus sehingga perokok sering batuk dan berdahak. Jaringan mukosa adalah jaringan berlendir yang sangat penting untuk menyaring partikel udara dan mikroorganisme yang ikut masuk bersama udara pernapasan.

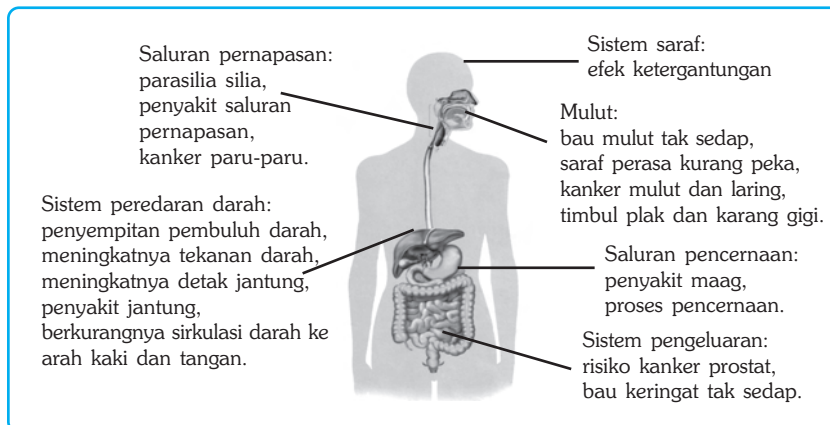
c. Gas Karbon Monoksida (CO)

Selain nikotin dan tar, asap tembakau juga mengandung gas karbon monoksida. Gas CO atau karbon monoksida sangat reaktif mengikat hemoglobin (Hb) dalam darah, padahal Hb diperlukan untuk mengikat oksigen (O_2) dan mengedarkannya ke seluruh tubuh. Banyaknya gas CO dalam darah menyebabkan jumlah Hb menurun sehingga kemampuan darah menyuplai oksigen ke seluruh tubuh menjadi berkurang.

Penyakit Akibat Merokok

Seperti yang kamu ketahui, dalam sebatang rokok terdapat tiga racun utama yang sangat berbahaya, yaitu nikotin, tar, dan karbon monoksida. Ketiga racun tersebut dapat memicu munculnya beberapa panyakit. Berbagai penelitian menunjukkan, bahwa perokok lebih rentan terhadap berbagai penyakit daripada bukan perokok, serta memiliki harapan hidup lebih pendek. Sembilan puluh persen kematian akibat kanker paru-paru adalah perokok. Dua puluh lima persen dari semua kasus serangan jantung, berkaitan dengan penggunaan tembakau. Perokok sangat berisiko terhadap beberapa macam penyakit. Tahukah kamu penyakit-penyakit apa saja yang dapat ditimbulkan akibat aktivitas merokok?

Penyakit-penyakit yang dapat ditimbulkan pada perokok, antara lain penyakit *bronkitis*, yaitu peradangan pada saluran bronkus dan bronkiolus; penyakit *emfisema*, yaitu menurunnya fungsi paru-paru; penyakit *angina*, yaitu rasa nyeri pada dada; serta penyakit arteri koroner, kanker, dan serangan jantung.

Merokok juga memengaruhi tingkat kesuburan wanita. Penelitian menunjukkan, bahwa wanita yang merokok sebanyak satu bungkus per hari mempunyai tingkat kesuburan setengah daripada tingkat kesuburan wanita bukan perokok. Selain itu, merokok bagi wanita hamil juga cenderung menyebabkan keguguran atau bayi lahir prematur.

Gambar 15.2 Merokok dapat menyebabkan berbagai penyakit pada organ tubuh manusia

2. Minuman Keras

Pernahkah kamu melihat orang mabuk karena minum minuman keras? Bagaimanakah kondisi mereka? Dapatkah kamu menyebutkan ciri-ciri orang mabuk? Minuman keras adalah minuman yang mengandung alkohol. Contoh minuman beralkohol adalah tuak atau brem hasil fermentasi beras ketan atau bahan singkong; anggur hasil fermentasi buah anggur; serta alkohol hasil fermentasi tetes tebu, seperti bir, wiski, jenever, dan sampanye.

Minuman keras mengandung etanol (C_2H_5OH) atau etil alkohol, yang kemudian lebih sering disebut alkohol. Etanol merupakan zat depresan, yaitu zat yang memengaruhi kerja sistem saraf pusat. Sistem saraf pusat memengaruhi berbagai sistem tubuh yang lain. Etanol juga dapat menyebabkan ketagihan.

Penggunaan alkohol dapat berpengaruh pada tubuh, yaitu dapat menaikkan suhu darah sehingga menyebabkan wajah dan kulit menjadi kemerah-merahan, dapat mengganggu sistem syaraf dan kesadaran, meningkatkan keluarnya keringat (*perpiration*) sehingga menjadi dehidrasi serta akhirnya dapat menyebabkan kematian.

Selain itu, penggunan alkohol juga dapat menimbulkan penyakit atau kelainan, seperti *gastritis*, hepatitis alkohol, penyakit maag akut, penyakit kecanduan, serta sirosis. Anak yang lahir dari ibu peminum alkohol pada masa kehamilannya juga berpotensi menderita penyakit sindrom alkohol janin (*fetal alcohol syndrome*). Sindrom alkohol janin ditandai dengan kelainan fisik maupun mental pada bayi yang dilahirkan.

Ilmuwan Kecil

Carilah informasi mengenai alkohol di internet, koran, majalah, buku, atau sumber belajar lain. Buatlah laporan kegiatan secara tertulis mengenai manfaat alkohol dalam bidang kesehatan, industri, dan bidang lainnya. Sertakan juga bahaya alkohol, serta hubungan alkohol dan tindak kriminal!

3. Psikotropika

Kamu telah mengetahui bahwa rokok dan alkohol memengaruhi kerja sistem saraf pusat. Rokok adalah stimulan, sedangkan alkohol adalah depresan. Masih ada jenis zat adiktif yang mempunyai efek sama, yaitu psikotropika. Menurut Badan Kesehatan Dunia (WHO), psikotropika yang sering disalahgunakan adalah heroin, candu, ganja, ekstasi, shabu-shabu, kokain, mariyuana, lem, obat penenang atau obat tidur, dan sebagainya.

Setiap jenis obat menghasilkan efek yang berbeda pada tubuh. Masing-masing bekerja pada sistem tubuh dengan cara yang berbeda pula. Secara umum, psikotropika dikelompokkan menjadi empat golongan, yaitu stimulan, narkotik, depresan, dan halusinogen.

a. Stimulan

Stimulan adalah zat atau obat yang dapat meningkatkan kerja sistem saraf pusat. Contoh zat yang termasuk ke dalam stimulan, antara lain kokain, kafein, dan *amphetamin*.

1) Kokain

Kokain berasal dari tumbuhan koka. Bagian tumbuhan koka (*Erythrixylon coca*) yang dimanfaatkan adalah daun, batang, dan bijinya. Kokain merupakan ekstrak dari daun tumbuhan koka, berupa serbuk berwarna putih. Kokain merupakan stimulan yang sangat kuat yang dapat memengaruhi kerja sistem saraf pusat.

2) Kafein

Kafein banyak terdapat pada minuman, seperti kopi, cokelat, teh, dan kola. Efek kafein adalah mencegah kantuk dan memberikan rasa nyaman. Kafein juga dapat meningkatkan denyut jantung. Penggunaan kafein dalam jumlah terbatas tidak menimbulkan masalah bagi pemakainya selama tidak menimbulkan kecanduan. Pecandu kopi berat jika tidak minum kopi akan merasa tidak nyaman, kepala pusing, dan badan pegal-pegal.

3) Amphetamin

Sebagaimana kokain, amphetamin memacu denyut jantung dan menaikkan tekanan darah. Efek berlawanan dari amphetamin menyebabkan denyut jantung tidak teratur, nyeri dada, halusinasi, konvulsi, dan kematian. Contoh amphetamin adalah shabu-shabu dan ekstasi.

b. Depresan

Termasuk depresan adalah alkohol dan barbiturat. Depresan adalah zat yang memperlambat kerja susunan saraf pusat, menghilangkan kecemasan, dan memberikan perasaan tenang. Alkohol telah dibicarakan di depan, sedangkan barbiturat adalah obat penenang dan obat untuk menghilangkan rasa cemas. Pengguna obat barbiturat biasanya sulit berkonsentrasi dan sulit berpikir. Jika digunakan melebihi dosis, maka akan mengalami penurunan fungsi pernapasan dan peredaran darah.

c. Narkotik

Narkotik bekerja langsung di otak dan digunakan untuk mengurangi atau menghilangkan rasa sakit. Efek penggunaan narkotik adalah hilangnya rasa sakit, timbul rasa malas, lemas, mengantuk, pusing, dan hilang ingatan. Pengguna narkotik mudah menjadi kecanduan serta ada kecenderungan meningkat secara bertahap. Akibatnya, narkotik yang diperlukan makin lama makin banyak serta makin tinggi dosisnya.

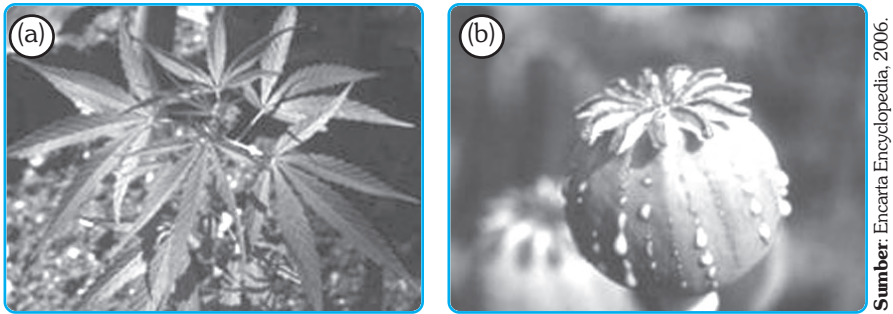
Pecandu narkotik sulit menghilangkan kecanduannya dan merasakan sakit yang luar biasa jika kebutuhan narkotiknya tidak terpenuhi. Bahan narkotik yang sering disalahgunakan adalah mariyuana, opium, ganja, dan PCP.

1) Mariyuana (Canabis sativa)

Bagian tumbuhan mariyuana yang dimanfaatkan adalah daun, batang, bunga, dan bijinya. Bahan aktif mariyuana adalah *tetra hidrocannabinol* (THC). Jika dibuat rokok lalu diisap atau dipanaskan lalu dimakan, maka pengguna akan mengalami perasaan melayang serta tidak ingat di mana dan kapan.

2) Opium

Bagian tumbuhan opium (*Papaver somniferum*) yang dimanfaatkan adalah buahnya yang disebut poppi. Bahan ini menghasilkan morfin dan kodein, yaitu bahan yang digunakan untuk antirasa sakit. Heroin yang dihasilkan dari ekstrak morfin, merupakan salah satu bahan candu yang paling berbahaya.

Sumber: Encarta Encyclopedia, 2006.

Gambar 15.3 Tumbuhan mariyuana (*Canabis sativa*) (a), dan tumbuhan opium (*Papaver somniferum*) (b).

3) Ganja

Ganja banyak terdapat di semenanjung Malaya, termasuk Aceh, Thailand, dan Malaysia. Ganja digunakan sebagai rokok setelah dikeringkan, baik daun, batang, maupun akarnya.

4) PCP (Phencyclidine Hidroclorid)

PCP adalah bahan candu berbahaya yang biasanya ditambahkan pada mariyuana. Penggunaan PCP dapat menyebabkan paranoia, yaitu penyakit jiwa yang membuat penderita berpikir aneh-aneh yang bersifat khayal, seperti merasa dirinya orang besar atau terkenal.

d. Halusinogen

Golongan psikotropika lainnya adalah halusinogen. Halusinogen adalah zat yang dapat merangsang sistem saraf pusat. Pengguna halusinogen dapat mengalami halusinasi, yaitu perubahan perasaan, pikiran, dan persepsi indra yang nyata. Pengguna zat ini dapat mendengar, melihat, merasakan, menikmati apa yang tidak nyata dan seolah-olah melayang entah di mana. Halusinogen menyebabkan denyut jantung meningkat, tekanan darah naik, frekuensi penapasan naik dan berkeringat, produksi air ludah berlebihan, pilek, dan muntah-muntah. Halusinogen sintetik diproduksi dalam bentuk LSD (*lycergic acid diethylamide*).

Soal Kompetensi

1. Apakah yang dimaksud dengan zat adiktif? Jelaskan contoh-contohnya!
2. Jelaskan bahaya penggunaan zat adiktif seperti rokok, minuman keras, dan psikotropika!

C. Ciri-Ciri Pecandu Zat Adiktif dan Psikotropika

Sebagaimana dijelaskan di depan, bahwa narkoba menimbulkan ketergantungan bagi pemakainya. Jika seorang pecandu berhenti menggunakannya, maka akan timbul reaksi dari dalam tubuh yang memberi perasaan tidak nyaman. Zat adiktif juga bekerja pada sistem saraf pusat yang menimbulkan "kelainan" dan menjadi ciri pemakainya.

Pecandu narkoba mempunyai ciri-ciri yang dapat dikenali, sekalipun tidak mudah, apalagi bagi orang awam. Orang yang kecanduan obat umumnya menunjukkan keadaan fisik seperti badan kurus dan pucat, batuk dan pilek berkepanjangan, mata merah dan berair, sesak napas, mulut berbau, pusing-pusing, otot kaku, suhu tubuh tidak normal, diare, sering sakit perut, takut air, serta jarang mandi. Emosi pecandu umumnya tidak stabil, agresif, gampang marah, mudah tersinggung, suka berbohong dan ingkar janji, suka kekerasan, serta senang mendengarkan musik yang keras.

D. Cara Mencegah dan Mengobati Ketergantungan Zat Adiktif dan Psikotropika

1. Pencegahan

a. Faktor Pribadi

Cara mencegah yang paling baik adalah mengendalikan diri untuk tidak mencobanya meskipun hanya sekali. Langkah coba-coba biasanya dilakukan ketika berkumpul dengan teman untuk menunjukkan solidaritas dan kesetiakawanan, langkah ini keliru. Bekerja sama dalam perbuatan yang buruk bukanlah bentuk solidaritas, tetapi merupakan persekongkolan jahat!

Hindari berteman akrab dengan perokok, peminum, dan pemakai obat-obat terlarang. Jika kamu tidak dapat mengubah perilaku mereka, setidak-tidaknya kamu tidak turut melakukannya. Iman dan takwa kepada Tuhan serta taat beribadah merupakan cara mengendalikan diri dari perbuatan yang sia-sia dan merugikan.

b. Faktor Pendidikan

Lembaga pendidikan seperti sekolah dan madrasah dapat menjadi agen penangkal penyalahgunaan narkoba. Sekolah dapat membuat aturan tentang larangan merokok, minum minuman keras, dan penggunaan obat-obat terlarang di lingkungan sekolah. Selain itu, sekolah dapat bekerja sama dengan Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM) yang bergerak dalam pencegahan dan penanggulangan penyalahgunaan narkoba untuk memberikan penyuluhan dan penerangan mengenai bahaya rokok, minuman keras, dan narkoba.

c. Faktor Penegakan Hukum

Sekalipun pemerintah telah menetapkan peraturan tentang penyalahgunaan narkoba dan sanksi bagi pelanggarnya, namun dalam pelaksanaannya kurang memberi efek jera. Penegakan hukum haruslah menyeluruh dan berlaku adil, termasuk bagi produsen, distributor, pengecer, sampai ke tingkat pengguna.

d. Faktor Keluarga dan Masyarakat

Keluarga memainkan peranan penting dalam mengendalikan perilaku menyimpang, termasuk penggunaan zat adiktif dan psikotropika. Tidak ada orang tua, betapa pun jahatnya mereka, yang menginginkan anak-anaknya berperilaku jahat. Komunikasi dan arahan yang menyejukkan serta menghindari konflik terbuka antaranggota keluarga dapat mengurangi risiko anak-anak "merasa aman" di luar keluarga.

Penggunaan zat adiktif dan psikotropika seringkali merupakan pelarian dari keadaan "tidak nyaman" dalam keluarga. Bila keluarga telah menjadi tempat yang tidak aman dan nyaman, maka boleh jadi tempat pelarian yang mereka anggap dapat menggantikan keluarga adalah bersama para pengguna zat adiktif.

Keluarga harus menjadi tempat yang nyaman bagi anggota keluarga dan selalu memberikan arahan tentang baik dan buruknya sesuatu, untuk mencegah penggunaan zat-zat aditif dan psikotropika. Demikian juga masyarakat harus mengontrol warganya serta memberikan norma dan aturan untuk mencegah penggunaan zat-zat aditif dan psikotropika yang harus ditaati warganya.

2. Pengobatan terhadap Pecandu Zat Adiktif dan Psikotropika

Tidak mudah bagi seorang perokok berat untuk berhenti merokok secara total. Demikian pula bagi seorang peminum alkohol. Kecanduan memberikan efek penolakan tubuh dari ketiadaan zat yang selama ini mereka konsumsi yang ditunjukkan dengan perasaan tidak nyaman. Bahkan pada pecandu narkoba, efek penolakan kadang disertai rasa sakit yang luar biasa.

Bagi para perokok dan peminum, hanya ada satu cara untuk menghentikannya, yaitu berhenti secara total untuk selamanya. Berhenti secara bertahap hanya untuk sementara waktu, tidak menghentikan sama sekali kebiasaan tersebut.

Menghentikan pecandu dari kebiasaan mengonsumsi narkoba memerlukan berbagai terapi, baik secara fisik maupun secara mental dengan cara meneguhkan keimanan dan meningkatkan ketakwaan dengan menanamkan nilai-nilai baik dan buruk serta benar dan salah. Mendekatkan diri dan pasrah secara total kepada Tuhan Yang Maha Penyayang merupakan bentuk pengobatan yang dapat mempercepat proses kesembuhan.

Secara fisik, pengendalian konsumsi narkoba dapat dilakukan secara bertingkat, dimulai dari dosis "menyelamatkan" sampai ke tingkat penghentian total. Penyembuhan ini umumnya memerlukan tempat rehabilitasi khusus.

Pecandu biasanya membentuk komunitas-komunitas kecil yang saling "membantu" dan mempertahankan komunitasnya. Oleh karena itu, menjauhkan diri pecandu dari komunitas pecandu merupakan langkah awal dan lanjutan untuk penyembuhan secara total.

E. Zat Adiktif dan Psikotropika dalam Pengobatan

Penggunaan zat adiktif dan psikotropika dalam bidang kesehatan hanya boleh dilakukan oleh pihak yang berwenang (dokter, psikiater, atau petugas kesehatan lain) dengan jenis dan dosis yang terkontrol. Penggunaan jenis obat ini biasanya dilakukan dalam keadaan mendesak, yaitu jika obat-obat lain tidak bisa menyembuhkan. Penggunaan obat-obatan ini dalam bidang kesehatan antara lain sebagai berikut.

1. Morfin, terutama digunakan untuk menghilangkan rasa nyeri yang hebat yang tidak dapat diobati dengan analgetik nonnarkotik. Apabila rasa nyeri makin hebat, maka dosis yang digunakan juga makin tinggi. Semua analgetik narkotika dapat menimbulkan adiksi (ketagihan). Apabila morfin diberikan dalam dosis kecil (5-10 mg) kepada orang yang sedang menderita nyeri atau gelisah, maka morfin dapat menimbulkan euforia (rasa sangat gembira). Morfin juga digunakan untuk mengurangi rasa tegang pada penderita sebelum operasi.
2. Heroin, merupakan turunan morfin dengan nama kimia diasetilmorfin. Heroin berguna untuk mengurangi reflek batuk yang lebih kuat daripada morfin dalam dosis 2 mg.
3. Barbiturat, sering digunakan untuk menghilangkan rasa cemas sebelum operasi.
4. Amfetamin, digunakan untuk mengurangi depresi yang ditimbulkan oleh obat penghambat susunan saraf pusat (analeptik). Penggunaan amfetamin dapat menimbulkan bertambahnya kewas-padaan, menghilangkan rasa kantuk dan lelah, menambah keyakinan diri dan konsentrasi, serta euforia.
5. Meperidin (sering juga disebut petidin, demerol, atau dolantin), digunakan sebagai analgesia. Obat ini tidak efektif untuk terapi batuk dan diare. Daya kerja meperidin lebih pendek daripada morfin.
6. Metadon, digunakan sebagai analgesia bagi penderita rasa nyeri dan digunakan pula untuk terapi pecandu narkotika, dan sebagai penghambat reflek batuk tetapi kemungkinan timbulnya adiksi pada metadon lebih besar.

Soal Kompetensi

1. Sebutkan ciri-ciri seorang pecandu zat adiktif dan psikotropika!
2. Sebutkan usaha-usaha yang dapat dilakukan untuk mencegah dan mengobati ketergantungan pada zat adiktif dan psikotropika!
3. Sebutkan perbedaan antara obat yang termasuk stimulan dan obat yang termasuk depresan!

Tokoh

Adolf von Baeyer (1835-1917)

Sumber: Encarta Encyclopedia, 2006.

Adolf von Baeyer adalah seorang doktor, guru besar, pengarang, dan ahli kimia berkebangsaan Jerman. Ia dilahirkan di Berlin, pada tanggal 31 Oktober 1835 dan meninggal di Stanberg, Munich, pada tanggal 20 Agustus 1917. Baeyer adalah anak dari seorang jendral Prusia yang sangat tertarik dalam bidang sains. Semasa mudanya, Baeyer belajar di Universitas Heidelberg dan Universitas Berlin jurusan kimia.

Pada tahun 1860 (usia 25 tahun) Baeyer meraih gelar doktor dari Universitas Berlin, dan kemudian mengajar kimia di universitas tersebut. Beberapa tahun kemudian ia diangkat menjadi kepala laboratorium kimia. Di laboratorium itulah Baeyer banyak sekali melakukan penelitian-penelitian. Dari hasil penelitian dan kerja kerasnya (lebih dari 15 tahun), Baeyer berhasil menemukan zat warna buatan terutama indigo sintetis; dan zat asam barbiturat. Zat asam barbiturat adalah zat asam yang banyak digunakan untuk membuat pil tidur. Pada zaman sekarang, zat asam barbiturat sering disalahgunakan sebagai psikotropika. Dari hasil penemuannya ini, pada tahun 1905 Baeyer meraih Nobel dalam bidang kimia.

Rangkuman

1. Zat adiktif adalah zat yang dapat menimbulkan kecanduan, antara lain rokok, minuman beralkohol, dan psikotropika.
2. Rokok dapat membahayakan tubuh karena mengandung banyak racun yang merugikan kesehatan. Racun rokok yang paling berbahaya adalah nikotin, tar, dan karbon monoksida.
3. Rokok dapat menyebabkan penyakit kanker, jantung, paru-paru, serta kelainan kehamilan dan janin.
4. Jenis psikotropika antara lain stimulan, depresan, narkotik, dan halusinogen.
5. Cara terbaik untuk menghindari kecanduan adalah jangan pernah mencoba dan jangan berdekatan dengan pecandu. Bagi yang sudah telanjur mencandu, berhenti sekarang dan jangan menunda.

4. Jenis psikotropika adalah stimulan, depresan, narkotik, dan halusinogen.
5. Psikotropika bermanfaat untuk pengobatan, menghilangkan rasa sakit, mengurangi kecemasan, penenang, dan menimbulkan semangat.
6. Kecanduan terhadap obat psikotropika jauh lebih sulit ditangani karena dapat menimbulkan rasa sakit yang luar biasa jika tidak mengonsumsinya.
7. Beberapa ciri kecanduan obat adalah batuk dan pilek berkepanjangan, pusing-pusing, otot kaku, suhu tubuh tidak normal, mata merah dan berair, agresif, emosi tidak stabil, suka menyendiri, dan mudah tersinggung.

In Tips

Pengaruh Obat-Obat Psikotropika terhadap Sistem Saraf

Obat-obat psikotropika merupakan zat yang berpengaruh terhadap jaringan saraf dan sering menimbulkan kecanduan. Ilmuwan menengarai adanya bukti bahwa kecanduan terhadap narkoba merupakan respons psikologis dari kerja molekul-molekul terhadap reseptor pada membran sel saraf. Kecanduan merupakan usaha tubuh untuk mengatasi berkurangnya sistem sinyaling sel saraf sebagai akibat menyusutnya zat kimia obat.

Narkoba memengaruhi komunikasi antarsel saraf. Seperti kamu ketahui, hubungan antarsel-sel saraf dilakukan oleh ujung-ujung percabangan sel saraf yang tidak bersambungan, akan tetapi dipisahkan oleh celah yang disebut neurotransmiter. Neurotransmiter melintasi celah sinapsis menuju reseptor protein pada ujung dendrit.

Sebagian besar narkoba memengaruhi sistem sinyaling di sinapsis ini. Sebagai contoh, ada jenis narkoba yang mempunyai struktur kimia sama dengan neurotransmiter. Ketika molekul suatu jenis narkoba itu mencapai membran suatu sel saraf, maka molekul itu ditangkap oleh reseptor protein yang dianggap sebagai suatu neurotransmiter. Hal itu akan menyebabkan sel saraf bereaksi seolah-olah ada neurotransmiter.

Jika suatu sel saraf mendapatkan sinyal kimiawi dalam waktu yang lama, maka cenderung menurun kemampuan saraf merespon sinyal dengan intensitas yang sama. Dengan kata lain, untuk menghasilkan respon yang sama, maka diperlukan sinyal kimia yang lebih kuat. Adanya zat kimia yang kuat, akan memengaruhi produksi reseptor protein. Inilah yang menyebabkan kecanduan narkoba, sebab saraf tidak dapat bekerja secara normal tanpa adanya narkoba.

Demikianlah, pecandu narkoba biasa berawal dari coba-coba. Sel saraf merespon manipulasi zat yang secara alami diproduksinya. Ketiadaan zat itu dapat menimbulkan salah persepsi hingga kesakitan (sakit) yang luar biasa dan memerlukan waktu yang lama sampai neurotransmiter alami dan reseptor protein diproduksi kembali secara normal. Narkoba, jangan coba-coba!

Sumber: disarikan dari berbagai sumber a.l. Sains 2, Depdikbud, Jakarta (2004).

A. *Pilihlah jawaban yang benar dengan menuliskan huruf a, b, c, atau d di buku tugasmu!*

1. Zat adiktif adalah zat yang dapat menimbulkan kecanduan. Berikut yang *bukan* merupakan zat adiktif adalah ....
   a. kafein
   b. alkohol
   c. nikotin
   d. vitamin
2. Racun tembakau yang dapat menimbulkan kecanduan, *kecuali* ....
   a. nikotin
   b. tar
   c. karbon monoksida
   d. karbon dioksida

3. Nikotin termasuk zat adiktif yang bersifat ....
   a. dekongestan
   b. depresan
   c. psikoaktif
   d. stimulan
4. Perokok pasif adalah ....
   a. perokok, tetapi dalam jumlah sedikit
   b. bukan perokok, tetapi hanya sesekali merokok
   c. bukan perokok, tetapi berdekatan dengan perokok
   d. mengisap tembakau, tetapi tidak merokok
5. Gas CO berbahaya bagi tubuh karena ....
   a. mengikat Hb lebih kuat sehingga tubuh kekurangan oksigen
   b. mengikat O_2 lebih kuat sehingga tubuh kekurangan oksigen
   c. mengikat Hb lebih kuat sehingga tubuh kekurangan darah
   d. mengikat O_2 lebih kuat sehingga tubuh kekurangan darah
6. Berikut adalah manfaat obat-obatan dari jenis depresan, *kecuali* ....
   a. mengurangi rasa sakit
   b. mengurangi nafsu makan
   c. meningkatkan vitalitas tubuh
   d. obat penenang
7. Obat psikotropika yang menyebabkan halusinasi adalah ....
   a. amphetamin
   b. morfin
   c. nikotin
   d. kafein
8. Keterangan pada kemasan obat yang menyatakan takaran yang harus ditaati oleh pemakai disebut ....
   a. indikasi
   b. farmakologi
   c. kontraindikasi
   d. dosis
9. Cara mencegah kecanduan zat adiktif dan psikotropika adalah ....
   a. mengetahui bahayanya dan mencobanya
   b. mengetahui bahayanya dan menghindarinya
   c. mengetahui manfaatnya dan mencobanya
   d. mengetahui manfaatnya dan menghindarinya

10. Penanggulangan dan pencegahan penyalahgunaan narkoba merupakan tanggung jawab ....
    a. semua unsur masyarakat
    b. pribadi
    c. pribadi dan keluarga
    d. pribadi, keluarga, dan penegak hukum

B. Kerjakanlah soal-soal berikut di buku tugasmu!

1. Apa yang perlu diperhatikan dalam menggunakan obat keras?
2. Apa yang dapat kamu lakukan untuk ikut serta mengurangi dan membatasi jumlah perokok dalam masyarakat?
3. Apa bahaya yang ditimbulkan dari minuman keras?
4. Bagaimana usaha yang harus dilakukan untuk mengurangi pemakai alkohol?
5. Sebutkan jenis obat-obat psikotropika dan berikan contohnya!

Refleksi

Mati Sia-Sia Gara-Gara Minuman yang Dioplos Obat

Kejadian yang cukup mengenaskan, beberapa remaja mati di sebuah kompleks pemakaman setelah menenggak minuman keras yang dicampur obat. Dari penyelidikan diketahui bahwa mereka tidak sengaja bunuh diri massal, akan tetapi akibat perbuatan bodoh yang menyebabkannya tewas.

Seperti yang kita ketahui, obat pada satu sisi mempunyai efek penyembuhan, tetapi pada sisi lain adalah racun yang dapat membahayakan pemakainya. Oleh karena itu, dalam setiap kemasan obat tentu terdapat keterangan yang memuat komposisi, farmakologi atau khasiat obat, indikasi, kontra indikasi, dan aturan minum (dosis).

Tugas kamu kali ini mengenali beberapa obat yang dijual bebas. Carilah bekas pembungkus obat-obat yang biasa digunakan untuk mengurangi rasa sakit, seperti obat sakit kepala, obat influenza, obat sakit gigi, obat encok/rheumatik, obat batuk, dan obat penurun panas. Catatlah semua data yang kamu peroleh, kemudian masukkan ke dalam tabel seperti contoh di bawah!

Merek Obat	Komposisi	Farmakologi	Indikasi	Kontra indikasi	Dosis	Peringatan

Pertanyaan

1. Apakah dari label obat yang kamu teliti terdapat bahan adiktif yang termasuk obat psikotropika? Bahan apakah itu dan terdapat pada obat apa saja?
2. Apakah dalam kemasan obat selalu mencantumkan dosis dan lamanya waktu penggunaan? Apakah perlunya mencantumkan dosis dan lamanya waktu penggunaan?
3. Apakah perlunya mencantumkan indikasi dan kontra indikasi dalam kemasan obat?
4. Carilah informasi, mengapa setelah minum obat tidak boleh mengendarai kendaraan dan menjalankan mesin?
5. Carilah informasi mengenai tanda lingkaran yang terdapat di dalam kemasan, misalnya hijau, biru, atau merah. Tanda lingkaran apakah yang terdapat pada obat yang dijual bebas?
6. Buatlah kesimpulan dari penelitianmu mengenai obat!

PELATIHAN ULANGAN SEMESTER GANJIL

A. Pilihlah jawaban yang benar dengan menuliskan huruf a, b, c, atau d di dalam buku tugasmu!

1. Bertambahnya ukuran suatu organisme yang tidak dapat kembali ke ukuran semula disebut ....
   a. pertumbuhan
   b. perkembangan
   c. pertambahan
   d. perkembangbiakan
2. Di bawah ini adalah jenis-jenis hormon yang berperan penting untuk merangsang pertumbuhan dan pembelahan sel, *kecuali* ....
   a. auksin
   b. giberelin
   c. sitokinin
   d. etilen
3. Ciri-ciri kewanitaan mulai muncul pada masa remaja. Pernyataan di bawah ini yang *bukan* ciri-ciri seks sekunder wanita adalah ....
   a. tumbuhnya rambut di beberapa tempat
   b. tumbuhnya jakun dan suara yang lebih berat
   c. pinggul menjadi lebih besar
   d. kulit menjadi lebih halus
4. Wanita pada usia di atas 45 tahun ditandai dengan menopause, yaitu suatu keadaan ....
   a. berhentinya siklus menstruasi
   b. penurunan sistem kekebalan tubuh sehingga rentan terhadap penyakit
   c. berkurangnya kelenturan kulit
   d. berkurangnya pasokan kalsium darah sehingga tulang-tulang keropos
5. Tulang paha, tulang kering, dan tulang hasta adalah contoh-contoh tulang yang berbentuk ....
   a. pipa
   b. pipih
   c. pendek
   d. panjang
6. Sendi yang hanya dapat digerakkan ke satu arah dan membentuk sudut 180° adalah sendi ....
   a. engsel
   b. peluru
   c. pelana
   d. putar
7. Otot yang berbentuk gelendong, masing-masing berinti satu, bekerja di luar kehendak (diluar kesadaran), dan banyak terdapat pada organ pencernaan adalah ciri-ciri otot ....
   a. otot polos
   b. otot seran lintang
   c. otot rangka
   d. otot jantung

8. Protein banyak terdapat dalam bahan makanan seperti ....
   a. nasi, susu, sayur
   b. minyak sayur, buah, sereal
   c. daging, ikan, kacang-kacangan
   d. roti, nasi, jagung
9. Di bawah ini adalah jenis vitamin dan penyakit yang ditimbulkan jika mengalami defisiensi vitamin, *kecuali* ....
   a. vitamin A, menyebabkan rabun senja
   b. vitamin B, menyebabkan sakit beri-beri
   c. vitamin C, menyebabkan sariawan
   d. vitamin D, menyebabkan anemia
10. Di bawah ini urutan saluran pencernaan pada manusia yang benar adalah ...
    a. mulut - tenggorokan - lambung - usus halus - usus besar - anus
    b. mulut - kerongkongan - lambung - usus besar - usus halus - anus
    c. mulut - tenggorokan - lambung - usus dua belas jari - usus halus - anus
    d. mulut - kerongkongan - lambung - usus halus - usus besar - anus
11. Zat dalam ASI yang tidak terdapat pada susu formula adalah ....
    a. kolostrum
    b. karbohidrat
    c. protein
    d. vitamin
12. Reaksi pernapasan yang benar adalah ....
    a. $C_6H_{12}O_6 + H_2O \rightarrow$ Energi $+ CO_2 + O_2$
    b. $C_6H_{12}O_6 + CO_2 \rightarrow$ Energi $+ H_2O + O_2$
    c. $C_6H_{12}O_6 + O_2 \rightarrow$ Energi $+ CO_2 + H_2O$
    d. $C_6H_{12}O_6 +$ energi $\rightarrow CO_2 + H_2O + O_2$
13. Proses pengeluaran udara dan karbon dioksida dari dalam paru-paru melalui sebuah mekanisme yang disebut ....
    a. ekspirasi
    b. kontraksi
    c. inspirasi
    d. relaksasi
14. Jalannya proses pernapasan pada manusia dari awal sampai akhir yang benar adalah ....
    a. hidung → laring → trakea → faring → trakeolus → paru-paru
    b. hidung → faring → laring → trakea → trakeolus → paru-paru
    c. hidung → laring → faring → trakeolus → trakea → paru-paru
    d. hidung → trakea → trakeolus → laring → faring → paru-paru
15. Pernapasan dada terjadi jika ....
    a. otot tulang rusuk berkontaksi, udara keluar ke paru-paru
    b. otot tulang rusuk berelaksasi, rongga dada mengecil, udara masuk ke paru-paru
    c. otot antartulang rusuk berkontraksi, rongga dada membesar, udara masuk ke paru-paru
    d. otot antartulang rusuk berelaksasi, udara masuk ke paru-paru

16. Bagian darah yang berfungsi melawan infeksi kuman dan benda asing lainnya adalah ....
    a. leukosit
    b. trombosit
    c. eritrosit
    d. plasma
17. Pembuluh darah yang membawa darah yang bersih yang kaya akan oksigen dan meninggalkan jantung adalah ....
    a. arteri
    b. vena
    c. kapiler
    d. venulae
18. Peredaran darah pulmonari adalah peredaran darah dari ....
    a. jantung ke paru-paru
    b. paru-paru ke jantung
    c. jantung ke paru-paru dan kembali lagi ke jantung
    d. jantung ke seluruh tubuh
19. Orang yang mempunyai antigen A dapat memberikan darahnya kepada orang yang bergolongan darah ....
    a. A, AB
    b. B, AB
    c. AB
    d. O
20. Perhatikan data pada tabel berikut ini!

No	Jenis penyakit	No	Penjelasan
1.	Hipertensi	6.	Kurang darah
2.	Anemia	7.	Darah sukar membeku
3.	Arterosklerosis	8.	Tekanan darah tinggi
4.	Leukemia	9.	Kanker darah
5.	Hemofilia	10.	Penyempitan pembuluh darah

    Dari data di atas, pasangan jenis penyakit dan penjelasannya yang tepat, *kecuali* ....
    a. 1 dan 8
    b. 2 dan 6
    c. 3 dan 10
    d. 5 dan 9
21. Jaringan pembuluh atau pengangkut pada tumbuhan terdiri atas xilem dan floem. Fungsi dari jaringan floem, yaitu ....
    a. mengangkut air dan mineral dari akar menuju daun
    b. mengangkut oksigen dari stomata menuju seluruh bagian tumbuhan
    c. mengangkut hasil fotosintesis dari daun menuju seluruh bagian tumbuhan
    d. ke arah dalam membentuk kayu dan ke arah luar membentuk kulit
22. Bagian bunga yang berfungsi sebagai alat kelamin jantan adalah ....
    a. kaliks
    b. benang sari
    c. putik
    d. bakal buah
23. Naiknya air dari akar ke dalam daun melalui batang dipengaruhi oleh beberapa faktor di bawah ini, *kecuali* ...
    a. daya dorong akar
    b. kapilaritas pembuluh
    c. daya hisap daun
    d. sel-sel aktif

24. Reaksi yang benar dari proses fotosintesis, yaitu ....
    a. $6\ CO_2 + 6O_2 \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6\ H_2O$
    b. $6\ CO_2 + 6\ H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$
    c. $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6\ CO_2 + 6O_2$
    d. $C_6H_{12}O_6 + 6\ CO_2 \rightarrow 6\ H_2O + 6O_2$
25. Faktor-faktor di bawah ini yang *tidak* memengaruhi fotosintesis adalah ....
    a. sinar matahari
    b. suhu
    c. klorofil
    d. angin
26. Gerak esionom pada tumbuhan secara umum dibagi menjadi tiga, yaitu gerak tropisme, gerak nasti, dan gerak taksis. Yang dimaksud dengan gerak tropisme adalah ....
    a. gerak tumbuhan yang berupa gerak berpindah tempat
    b. gerak tumbuhan yang dipengaruhi oleh arah datangnya rangsangan
    c. gerak tumbuhan yang tidak dipengaruhi oleh arah datangnya rangsangan
    d. kepekaan tumbuhan terhadap rangsangan lingkungan
27. Gerak mengatup atau menutupnya daun karena pengaruh gelap atau menjelang malam disebut gerak ....
    a. kemotaksis
    b. seismonasti
    c. niktinasti
    d. tigmotropisme
28. Gerak mengatup atau menutupnya daun putri malu ketika disentuh terutama disebabkan oleh ....
    a. tekanan turgor
    b. tekanan mekanik
    c. tekanan osmosis
    d. tekanan hidrostatis
29. Sifat yang membedakan antara senyawa dan campuran, antara lain sebagai berikut, *kecuali* ....
    a. tersusun dari beberapa jenis zat
    b. sifat asal zat penyusun campuran masih tampak
    c. susunan zat penyusun tidak tetap atau dapat berubah
    d. komposisi zat penyusun bersifat tetap atau tidak berubah
30. Besi, air, tanah, dan udara merupakan contoh ....
    a. senyawa
    b. campuran
    c. materi
    d. zat tunggal
31. Obat yang dapat menurunkan demam termasuk jenis ....
    a. antipiretik
    b. antihistamin
    c. analgesik
    d. antibiotik
32. Plastik termasuk polimer sintetik. Polimer adalah bahan yang tersusun dari ....
    a. molekul tunggal
    b. gabungan molekul kompleks
    c. gabungan sejumlah molekul yang berbeda
    d. gabungan dari monomer menjadi molekul kompleks
33. Ikatan kimia yang terbentuk melalui penggunaan bersama pasangan elektron disebut ....
    a. ikatan ion
    b. ikatan logam
    c. ikatan kovalen
    d. ikatan hidrogen

34. Kemampuan suatu atom untuk mengikat atom lain dalam membentuk molekul tergantung pada ....
    a. massa atom
    b. berat atom
    c. nomor atom
    d. valensi
35. Berikut perbedaan antara sabun dengan detergen, *kecuali* ....
    a. bahan dasar
    b. cara kerja
    c. daya cuci
    d. bahan tambahan
36. Bahan baku pembuatan detergen adalah ....
    a. soda api
    b. soda kue
    c. surfaktan
    d. natrium karbonat
37. Bahan yang biasa ditambahkan pada produk pasta gigi untuk menguatkan dan melindungi gigi adalah ....
    a. kalsium dan fluorida
    b. kalsium dan klorida
    c. kalium dan fluorida
    d. kalium dan klorida
38. Berikut ini yang *bukan* tujuan pemberian zat aditif pada makanan adalah....
    a. mengawetkan makanan
    b. mempertegas cita rasa dan aroma makanan
    c. memperbaiki mutu dan gizi makanan
    d. menaikkan nilai jual
39. Berikut ciri-ciri orang mabuk karena pengaruh alkohol, *kecuali* ....
    a. wajah dan kulit kemerahan
    b. bicara di luar kesadaran
    c. berjalan sempoyongan
    d. menarik diri dari pergaulan
40. Obat yang dapat menimbulkan semangat bekerja, tidak cepat lelah, dan dapat mencegah rasa kantuk termasuk obat ....
    a. stimulan
    b. narkotik
    c. depresan
    d. halusinogen

B. Kerjakan soal-soal berikut dengan benar!

1. Jelaskan perbedaan antara pertumbuhan dan perkembangan!
2. Jelaskan apa yang dimaksud dengan menstruasi dan menopouse!
3. Sebutkan urutan saluran pencernaan mulai dari atas sampai bawah!
4. Apa perbedaan antara otot rangka, otot jantung, dan otot polos?
5. Jelaskan perbedaan antara inspirasi dan ekspirasi!
6. Jelaskan perbedaan antara arteri dan vena!
7. Apakah perbedaan antara molekul unsur dan molekul senyawa?
8. Sebutkan bagian-bagian bunga secara lengkap!
9. Faktor-faktor apa sajakah yang berpengaruh dalam fotosintesis?
10. Jelaskan perbedaan antara gerak nastib dan tropisme!
11. Sebutkan empat bahan kimia obat menurut jenisnya!
12. Sebutkan bahan-bahan kimia yang termasuk pembersih!

13. Sebutkan materi dari molekul unsur, molekul senyawa, senyawa ion, dan senyawa karbon serta berikan masing-masing contohnya!
14. Sebutkan jenis-jenis bahan aditif makanan!
15. Sebutkan jenis obat-obat psikotropika dan berikan masing-masing contohnya!

Tugas Proyek

Mendaur Ulang Bahan Kertas

Salah satu cara sederhana namun efektif untuk konservasi sumber daya alam dan menanggulangi sampah adalah daur ulang. Dalam daur ulang, bahan-bahan seperti kertas, plastik, dan gelas digunakan sebagai bahan mentah untuk membuat barang produksi baru. Misalnya bahan dari alumunium, seperti kaleng dilelehkan untuk membuat alumunium foil dan produk lain yang bermanfaat. Dalam kegiatan kali ini, kamu akan mencoba untuk mendaur ulang bahan kertas.

A. Tujuan

Membuat kertas dari bahan bekas (daur ulang kertas bekas)

B. Alat dan Bahan

Kertas bekas, air panas, pati kanji, panci, pengocok telur, papan kayu ukuran 25 x 30 cm, kawat kasa jendela seukuran frame, roller, dan push pin.

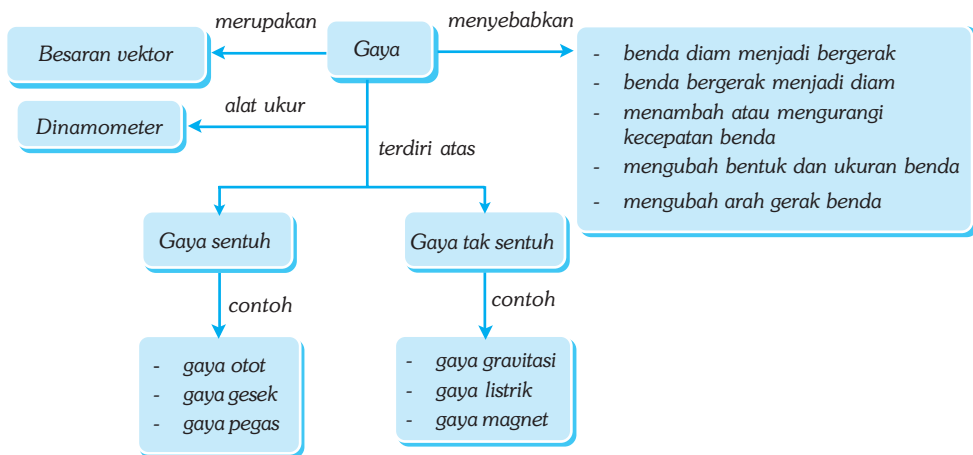
C. Langkah Kerja

1. Kertas dipotong kecil-kecil kurang lebih 5 cm kemudian masukkan ke dalam panci!
2. Tuangkan 6 liter air mendidih dan 1 ons tepung kanji ke dalam panci!
3. Hancurkan dengan pengocok telur sampai menjadi seperti bubur! Bahan ini disebut pulp.
4. Lekatkan kawat kasa pada papan kayu dengan push pin!
5. Masukkan papan ke dalam panci pulp secara tegak, biarkan sebentar, kemudian angkat lurus ke atas. Tahan sebentar agar tetesan habis. Ulangi cara ini tiga atau empat kali secara bolak balik agar seluruh papan tertutup dengan cairan pulp!
6. Lepas push pin dan dengan hati-hati letakkan kawat kasa dan lembar pulp pada selembar kertas. Tutup kawat kasa dan lembaran pulp dengan selembar kertas yang lain!
7. Dengan menggunakan roller, tekan secara perlahan untuk mengeluarkan kelebihan air!
8. Balik sehingga bagian bawah berada di atas! Angkat kertas penutup dan juga kawat kasa dengan hati-hati! Kamu sudah mendapatkan kertas dari bahan daur ulang!
9. Jemur di tempat yang terkena sinar matahari hingga kering, kemudian lepas kertas yang menjadi alasnya!
10. Kertas daur ulang siap digunakan!

Bab XVI
GAYA DAN PERCEPATAN

Tujuan Pembelajaran

Kamu dapat menjelaskan pengertian gaya, mengidentifikasi jenis-jenis gaya, penjumlahan gaya, dan pengaruhnya pada suatu benda yang dikenai gaya.

Peta Konsep

Kata Kunci

- Gaya
- Gaya Gesekan
- Gaya Sentuh
- Gaya Tak Sentuh
- Arah Gaya
- Gaya Berat

Pernahkah kamu memerhatikan sebuah kereta api dengan beberapa gerbong yang penuh penumpang dapat bergerak dengan cepat? Apa yang menyebabkan gerbong-gerbong tersebut dapat bergerak? Gerbong-gerbong kereta api tersebut dapat bergerak karena ditarik oleh lokomotif kereta. Demikian juga dengan kereta kuda ataupun gerobak. Kereta kuda dapat bergerak karena ditarik kuda, dan gerobak bergerak karena didorong oleh orang.

Sumber: Foto Haryana

Gambar 16.1 Tarikan kuda terhadap kereta merupakan sebuah gaya.

A. Gaya

Apakah gaya itu? Pada uraian di atas, kamu mengetahui penyebab bergeraknya beberapa benda, yaitu kereta api bergerak karena ditarik lokomotif, kereta kuda bergerak karena ditarik kuda, dan gerobak bergerak karena didorong manusia. Tarikan atau dorongan yang dikerjakan pada suatu benda dalam istilah fisika merupakan *gaya*.

Dalam kehidupan sehari-hari, hampir setiap saat kamu berhubungan dengan gaya. Apa pengaruh gaya yang kamu berikan pada suatu benda? Apa pula akibat yang timbul dari gaya yang kamu berikan? Untuk memahaminya lakukan kegiatan berikut!

Kegiatan 16.1

Pengaruh Gaya

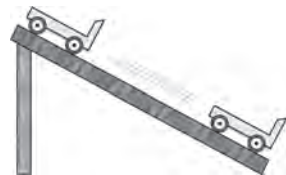
A. Tujuan

Kamu dapat menunjukkan pengaruh gaya dari gaya yang kamu berikan.

B. Alat dan Bahan

Troli, papan luncur, tiang penyangga, dan tali/benang.

C. Langkah Kerja

1. Susunlah alat dan bahan seperti gambar di samping!
2. Tempatkan troli di ujung atas papan luncur!
3. Lepaskan tali dan amati kecepatannya!
4. Ulangi kegiatan (2) lalu doronglah troli dengan tangan, amati kecepatannya!
5. Bandingkan kecepatan troli pada kegiatan (3) dan (4)!
6. Ikatkan tali/benang pada ujung belakang troli!
7. Ulangi kegiatan (2) dan (3), tetapi tali atau benang dipegang erat lalu sedikit demi sedikit dikendurkan! Apa yang terjadi?
8. Apa kesimpulanmu?

Pada Kegiatan 16.1 memperlihatkan bahwa saat troli dilepaskan dari ujung papan luncur, troli mula-mula diam lalu bergerak dengan kecepatan yang cukup besar; saat troli di ujung atas papan luncur dan diberi dorongan, troli bergerak dengan kecepatan yang lebih besar; dan saat troli diikat tali dan tali dipegang kemudian troli dilepaskan dari ujung atas, maka troli bergerak turun dengan kecepatan yang lebih kecil. Berdasarkan data tersebut dapat disimpulkan bahwa gaya dapat menyebabkan benda bergerak, gaya dapat menambah kecepatan benda, dan gaya dapat mengurangi kecepatan benda.

Soal Kompetensi

1. Carilah contoh peristiwa di sekitarmu yang menunjukkan adanya gaya!
2. Mengapa pesawat terbang yang terbuat dari besi dapat terbang di udara?

B. Gaya Sentuh dan Gaya Tak Sentuh

Pada waktu kamu naik sepeda, kakimu mengayun pedal sepeda sehingga sepeda dapat berjalan. Artinya, kakimu yang bersentuhan dengan pedal sepeda memberikan gaya kepada sepeda. Pada waktu kamu mendorong gerobak, tanganmu menyentuh bagian belakang gerobak dan memberinya gaya, sehingga gerobak dapat bergerak. Gaya yang kamu berikan pada benda-benda tersebut dapat memengaruhi gerak maupun bentuk benda jika saling bersentuhan, sehingga dinamakan *gaya sentuh*.

Sumber: Foto Haryana.

Gambar 16.2 Gaya sentuh pada sepeda

Pernahkah kamu melihat buah kelapa yang jatuh dari pohon? Pernahkah kamu melempar batu atau benda lain ke atas dan memerhatikannya? Buah kelapa yang jatuh arahnya selalu ke bawah, menuju bumi, demikian juga batu atau benda lain yang dilempar ke atas akan jatuh kembali ke bumi. Hal ini terjadi karena adanya pengaruh gaya dari bumi yang disebut *gaya tarik bumi* atau *gaya gravitasi bumi*. Gaya gravitasi bumi dapat bekerja pada sebuah benda tanpa harus bersentuhan. Gaya gravitasi bumi termasuk *gaya tak sentuh*. Contoh lain gaya tak sentuh adalah gaya listrik (gaya coloumb) dan gaya magnet.

C. Gaya dan Arah Gaya

Gaya dapat berupa tarikan atau dorongan. Bila sebuah balok kayu diletakkan di atas meja kemudian didorong ke kanan, maka balok tersebut akan bergeser ke kanan. Begitu pula bila balok didorong ke kiri, maka balok tersebut akan bergeser ke kiri. Jadi, dorongan yang diberikan pada balok mangakibatkan balok tersebut bergeser sesuai dengan arah dorongan. Hal ini menunjukkan gaya mempunyai arah tertentu. Gaya disimbolkan dengan huruf F dan merupakan besaran vektor.

Untuk mengukur besarnya gaya yang bekerja pada benda digunakan alat yang disebut *neraca pegas* atau *dinamometer*. Pada prinsipnya, neraca pegas bekerja berdasarkan perubahan panjang pegas, karena pengaruh suatu gaya. Besarnya gaya dinyatakan dengan penunjukan skala pada bagian luar neraca pegas dan dinyatakan dalam satuan Newton (N). Satu Newton merupakan gaya yang memberikan percepatan 1 m/s^2 kepada massa 1 kg, atau dapat dikatakan 1 N = 1 kg m/s^2.

Soal Kompetensi

1. Konversikan 1 Newton menjadi satuan dyne!
2. Sebutkan tiga contoh gaya sentuh dan tak sentuh!

D. Perpaduan Gaya

Perpaduan gaya adalah penggabungan dua atau lebih gaya menjadi satu gaya yang disebut *resultan gaya*. Perpaduan gaya ada dua, yaitu sebagai berikut.

1. Dua Buah Gaya Segaris dan Searah

Dua buah gaya atau lebih yang segaris dan searah dapat diganti dengan sebuah gaya lain yang besarnya sama dengan jumlah gaya-gaya tersebut. Untuk dua gaya yang searah, besar resultan gaya dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$R = F_1 + F_2$$

Keterangan:
R : resultan (N)
F_1 : gaya pertama (N)
F_2 : gaya kedua (N)

Contoh

Sebuah meja didorong oleh dua orang dnegan gaya searah masing-masing 10 N dan 15 N. Berapa besar gaya yang bekerja pada meja?

Diketahui : F_1 = 10 N F_1 dan F_2 searah
F_2 = 15 N
Ditanyakan : R = ...?
Jawab :
$R = F_2 + F_1$
$R = 15 + 10$
$R = 25$ N

2. Dua Buah Gaya yang Segaris dan Berlawanan Arah

Dua buah gaya yang berlawanan arah, resultannya (R) dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$R = F_1 - F_2$$

Dua buah gaya segaris yang sama besarnya tetapi berlawanan arah, maka resultannya sama dengan nol. Karena resultan gaya yang bekerja pada benda nol, maka benda tidak mengalami perubahan gerak. Keadaan benda seperti ini dinamakan dalam keadaan seimbang.

Contoh

Diketahui dua buah gaya masing-masing 10 N ke arah kanan dan 15 N ke arah kiri. Hitung gaya perpaduan kedua gaya tersebut dan tentukan arahnya!

Diketahui : F_1 = 10 N F_1 dan F_2 berlawanan arah
F_2 = 15 N

Ditanyakan : R = ...?
Arah = ...?

Jawab :

$R = F_2 - F_1$
$R = 15 - 10$
$R = 5$ N

Arah R sama dengan arah F_2 yaitu ke kiri. Jadi, besar perpaduan F_1 dan F_2 adalah 5 N, arahnya ke kiri.

Soal Kompetensi

1. Dengan mengamati gerak suatu benda, bagaimana kamu bisa mengatakan bahwa gaya yang bekerja itu seimbang?
2. Apakah suatu gaya yang searah dapat menimbulkan keseimbangan dalam suatu benda?

Galileo Galilei
(1564 – 1642)

Sumber: Jendela Iptek. Cahaya.

Galileo Galilei adalah seorang ahli matematika, astronom, dan ahli fisika dari Italia. Ia dilahirkan pada tanggal 15 Februari 1564 di Pisa, Italia. Ayahnya seorang ahli musik dan matematika yang miskin, sehingga ia berharap Galileo kelak menjadi seorang dokter karena gajinya yang tinggi.

Setelah berumur 17 tahun, Galileo disuruh ayahnya masuk Universitas Pisa jurusan kedokteran. Selama belajar di kedokteran ini, Galileo membuat penemuan besarnya yang pertama, yaitu "prinsip pendulum" yang menyatakan bahwa waktu untuk satu ayunan total adalah sama walaupun lengkungannya kecil atau besar. Karena tidak mendapatkan beasiswa, ia keluar dari kedokteran kemudian masuk kembali ke jurusan lain pada universitas yang sama dan menjadikan Galileo sebagai profesor matematika. Pada waktu menjadi profesor di University of Padua, ia berhasil membuat penemuan lagi, yaitu "hukum inersia/kelembamam". Hukum ini menyatakan bahwa sebuah objek akan berubah kecepatan atau arahnya jika didorong oleh gaya dari luar.

Selain penemuan-penemuan tersebut, Galileo juga berhasil membuat teleskop yang dapat membuat benda menjadi 32 kali lebih besar. Dengan teleskop ini, ia mendukung pendapat Copernicus bahwa sistem planet berpusat pada matahari. Dukungannya ini membuat ia ditangkap oleh para tokoh agama, diadili, dan dikenakan tahanan rumah sampai ia meninggal. Galileo meninggal pada tahun 1642 di Arcetri. Sampai sekarang, Galileo terkenal dengan pendiriannya yang kuat demi menengakkan kebenaran, meski kebebasan dan nyawa taruhannya.

E. Gaya Gesekan

Gaya gesekan adalah gaya yang timbul pada permukaan yang bersentuhan antara dua benda. Arah gaya benda yang bergesekan berlawanan. Jika kamu mendorong benda ke arah kanan, maka gaya gesekan ke arah kiri. Untuk lebih jelasnya, lakukan kegiatan berikut!

Kegiatan 16.2

Gaya Gesekan

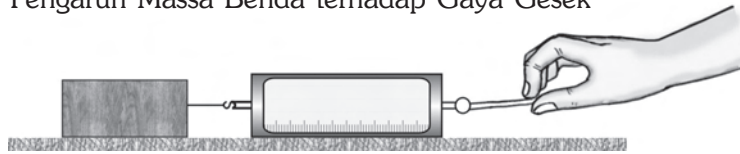
A. Tujuan

Kamu dapat menyelidiki faktor-faktor yang memengaruhi besarnya gaya gesek.

B. Alat dan Bahan

Lantai, meja, neraca pegas, benda bermassa 50 g, 100 g, dan 150 g.

C. Langkah Kerja

1. Pengaruh Massa Benda terhadap Gaya Gesek

a. Timbanglah beban 50 g dengan neraca pegas!
b. Letakkan beban di atas meja seperti terlihat pada gambar!
c. Tariklah beban menggunakan neraca pegas. Amati gaya yang ditunjukkan oleh neraca pegas sewaktu benda akan bergerak!
d. Ulangi percobaan seperti langkah a sampai dengan c untuk benda bermassa 100 g dan 150 g secara berurutan!
e. Catat hasilnya ke dalam tabel pengamatan!

Tabel 16.1 Hasil Pengamatan

No	Massa Benda	Berat Benda	Gaya Gesek
1.	50 g	... N	... N
2.	100 g	... N	... N
3.	150 g	... N	... N

Catatan: percepatan gravitasi = 10 m/s².

2. Pengaruh Kasar/Halusnya Permukaan Benda yang Bersinggungan

a. Taruhlah beban 150 g di atas lantai, kemudian tariklah benda tersebut menggunakan neraca pegas seperti terlihat pada gambar dan catatlah hasilnya!

b. Ulangi percobaan tersebut seperti langkah 2(a) dengan benda di atas meja dan benda di atas papan kasar secara berurutan!
c. Catat hasil pengamatanmu ke dalam tabel pengamatan!

Tabel 16.2 Hasil Pengamatan

No	Permukaan Bidang	Gaya Gesek
1.	Lantai	... N
2.	Meja	... N
3.	Papan kasar	... N

Kegiatan 16.2 menunjukkan bahwa makin besar massa benda dan makin kasar permukaan sentuh benda, gaya gesekannya makin besar. Jadi, besar gaya gesekan dipengaruhi oleh massa benda dan kasar halusnya permukaan bidang sentuh. Dalam kehidupan sehari-hari dapat dijumpai peristiwa gesekan, baik yang menguntungkan maupun yang merugikan. Contoh gaya gesek yang menguntungkan adalah gesekan yang terjadi antara ban mobil dengan aspal. Apabila ban mobil halus, maka mobil mudah selip. Oleh karena itu, ban mobil dibuat bergerigi. Contoh gaya gesekan yang merugikan adalah gesekan yang terjadi antara piston dan silinder. Adanya gesekan tersebut mengurangi kemampuan mesin karena ada energi yang menjadi panas. Untuk mengurangi gaya gesekan dapat dilakukan dengan menghaluskan permukaan dan memberi pelumas pada permukaan yang bersinggungan.

Soal Kompetensi

1. Apakah gaya gesekan juga bekerja ketika benda bergerak di air?
2. Apakah luas bidang sentuh memengaruhi gaya gesekan?
3. Sebutkan faktor yang memengaruhi gaya gesekan selain yang telah diuraikan di depan!

Pesawat Terbang Air *"Bionic Dolphin"*

Semua orang pasti terpesona melihat lumba-lumba. Mamalia laut yang satu ini memang lucu, cerdas, ramah, dan terkenal suka menolong manusia yang tenggelam di laut. Bentuk lumba-lumba mengilhami para perancang pesawat dan kapal selam. Contohnya, moncong

Sumber: Suplemen Suara Merdeka. Yunior.

pesawat supersonik dibuat meniru moncong lumba-lumba. Menurut para perancangnya, moncong lumba-lumba mengilhami mereka untuk mengurangi hambatan udara pada permukaan luar pesawat.

Pada tahun 2001, perusahaan pesawat terbang Innespace, Amerika Serikat berhasil mengembangkan ide Thomas A. Rowe berupa pesawat terbang air *Bionic Dolphin*. Pesawat ini diberi nama *Bionic Dolphin* karena bentuknya seperti lumba-lumba. Pesawat mampu meloncat tinggi, berputar 360°, menggelepar di permukaan air, menyelam, dan melakukan berbagai manuver yang menakjubkan. Pesawat ini berukuran panjang 4,4 meter dengan mesin berkekuatan 110 tenaga kuda yang membuat pesawat mampu melesat dengan kecepatan 85 mph di permukaan air dan 35 mph di bawah permukaan air.

Mungkin kamu bertanya-tanya, untuk apa Innespace membuat pesawat menyerupai lumba-lumba itu? Pesawat ini dimanfaatkan untuk kepentingan komersial dan rekreasi terutama untuk misi menolong orang tenggelam atau mencari orang yang hilang ditelan ombak. Sayang sekali, pesawat ini hanya memiliki satu tempat duduk, yaitu untuk tempat pilot. Innespace sedang menunggu peran serta kamu untuk mengembangkan pesawat *Bionic Dolphin* dengan dua tempat duduk. Siapa mau mencoba?

(Dikutip seperlunya dari Suplemen Anak *Suara Merdeka* "*Yunior*", edisi 242, 2004.)

F. Berat Benda

Apa yang dimaksud dengan berat benda? Bagaimana hubungan antara berat dan massa sebuah benda? Untuk mengetahuinya, lakukan kegiatan berikut!

Kegiatan 16.3

Memahami Berat Benda

A. Tujuan

Kamu dapat mengetahui hubungan antara massa dengan berat sebuah benda.

B. Alat dan Bahan

Batu, besi, kayu, dan aluminium.

C. Langkah Kerja

1. Timbanglah massa benda dengan neraca Ohauss!
2. Timbanglah berat benda dengan neraca pegas!
3. Catat hasil pengukuran tersebut pada tabel berikut!

Tabel 16.3 Hasil Pengamatan

No	Nama Benda	Massa (m)	Berat (w)	$\frac{w}{m}$
1.	...	...	...	
2.	...	...	...	
3.	...	...	...	

Berdasarkan percobaan, perbandingan antara berat dan massa mendekati angka yang sama dan disebut sebagai *percepatan gravitasi* yang dilambangkan (g), secara matematis dapat ditulis

$$g = \frac{w}{m} \text{ atau } w = m \times g$$

Keterangan:

w : berat benda (N)
m : massa benda (kg)
g : percepatan gravitasi (m/s^2)

Jadi, berat benda adalah besarnya gaya gravitasi yang bekerja pada benda. Besar gaya gravitasi bergantung pada letak benda atau ketinggian benda dari bumi. Makin jauh benda dari permukaan bumi, maka berat benda tersebut makin berkurang.

Contoh

Sebuah benda massanya 15 kg. Berapakah berat benda tersebut jika ditimbang di tempat yang percepatan gravitasinya 9,8 m/s^2?

Diketahui : m = 15 kg
g = 9,8 m/s^2

Ditanyakan : w = ...?

Jawab :

$w = m \times g$
$= 15 \times 9{,}8$
$= 147 \text{ kg m/s}^2 = 147 \text{ N}$

Ilmuwan Kecil

Sumber: CD Clipart.

Pernahkah kamu melihat atraksi terjun bebas? Pada saat turun ke tanah, para penerjun-penerjun itu sempat melakukan berbagai manuver yang menakjubkan. Jika diperhatikan, para penerjun tidak langsung jatuh ke bawah, tetapi dapat melayang-layang dulu di udara. Coba kamu diskusikan bersama temanmu, gaya apa yang menyebabkan penerjun dapat melayang di udara yang akhirnya sampai di tanah! Tulislah hasil diskusimu dalam bentuk tulisan ilmiah, kemudian kumpulkan kepada gurumu!

Rangkuman

1. Gaya dalam istilah fisika adalah tarikan atau dorongan yang dikerjakan pada suatu benda.
2. Gaya terdiri atas gaya sentuh dan gaya tak sentuh.
3. Alat untuk mengukur gaya disebut neraca pegas/dinamometer.
4. Satuan gaya dalam SI adalah newton (N).
5. Perpaduan gaya adalah penggabungan gaya menjadi satu gaya yang disebut resultan gaya.
6. Gaya gesekan adalah gaya yang timbul pada permukaan yang bersentuhan antara dua benda.
7. Berat benda adalah besarnya gaya gravitasi yang bekerja pada benda.

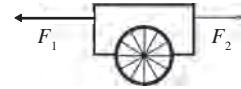
Pelatihan

A. Pilihlah jawaban yang benar dengan menuliskan huruf a, b, c, atau d di buku tugasmu!

1. Arah gaya gesekan selalu ....
   a. searah dengan gaya berat benda
   b. berlawanan arah dengan gaya berat benda
   c. searah dengan gerak benda
   d. berlawanan arah dengan gerak benda
2.

   Perhatikan gambar di atas! Besar resultan gaya yang bekerja pada benda tersebut adalah ....
   a. $R = F_1 + F_2 + F_3$
   b. $R = F_1 + F_2 - F_3$
   c. $R = F_2 + F_3 - F_1$
   d. $R = F_1 - F_2 + F_3$
3. Besar gaya gravitasi di permukaan bulan adalah seperenam kali gaya gravitasi bumi. Bila massa benda 6 kg dan percepatan gravitasi bumi 9,8 m/s^2, maka berat benda di permukaan bulan adalah ....
   a. 58,8 N
   b. 15,8 N
   c 9,8 N
   d. 3,6 N
4. Dua buah gaya dikatakan seimbang bila ....
   a. kedua gaya itu sama besar
   b. kedua gaya itu berlawanan arah
   c. kedua gaya itu mempunyai garis kerja yang berimpit
   d. resultan kedua gaya itu sama dengan nol
5. Sebuah benda massanya 19 kg. Apabila benda itu ditimbang di tempat yang percepatan gravitasinya 9,8 m/s^2, maka berat benda itu adalah ....
   a. 0,98 N
   b. 0,8 N
   c. 186,2 N
   d. 198 N

6. Gaya yang memberikan percepatan 1 m/s^2 kepada massa 1 g adalah ....
   a. 1 newton
   b. 1 dyne
   c. 1 kgf
   d. 1 gf

7. Perhatikan gambar di samping! Besar F_1 = 200 N dan F_2 = 100 N. Besar perpaduan dua gaya pada gambar di samping adalah ....

   a. 200 N ke kiri
   b. 300 N ke kanan
   c. 100 N ke kiri
   d. 100 N ke kanan

8. Penggaris plastik yang telah digosokkan pada rambut kering dapat menarik potongan kertas kecil. Hal ini dapat terjadi karena adanya ....
   a. gaya kontak
   b. gaya listrik
   c. gaya magnet
   d. gaya sentuh

9. Perhatikan peristiwa berikut!
   (1) busur direntangkan
   (2) karet ditarik
   (3) per ditekan
   (4) jarum kompas bergerak

   Dari empat peristiwa di atas, yang menimbulkan gaya pegas adalah ....
   a. (1), (2), dan (3)
   b. (1), (2), dan (4)
   c. (1), (3), dan (4)
   d. (2), (3), dan (4)

10. Apabila gaya 5 N digambarkan dengan anak panah sepanjang 2 cm, maka gaya 30 N digambarkan dengan anak panah sepanjang ....
    a. 5 cm
    b. 6 cm
    c. 12 cm
    d. 15 cm

B. *Kerjakan soal-soal berikut dengan benar!*

1. Jika gaya bekerja pada suatu benda, maka dapat menyebabkan beberapa perubahan pada benda tersebut. Sebut dan jelaskan perubahan tersebut!
2. Seorang astronot memiliki massa 79 kg di bumi. Apabila percepatan gravitasi bumi 9,8 m/s^2 dan percepatan gravitasi bulan 1,6 m/s^2, berapakah berat astronot saat di bumi dan di bulan?

3. Ada lima orang siswa memberikan gaya masing-masing sebesar F_1 = 75 N, F_2 = 130 N, F_3 = 77 N, F_4 = 90 N, dan F_5 = 215 N. Bila F_1 searah dengan F_5 tetapi berlawanan arah dengan F_2, F_3, dan F_4, maka hitunglah resultan gaya-gaya tersebut!
4. Sebuah meja beratnya 490 N dan volumenya 5 dm^3. Berapakah berat jenis meja tersebut?
5. Sebuah benda ditimbang beratnya di daerah Khatulistiwa. Kemudian benda tersebut ditimbang lagi beratnya, tetapi di Kutub Utara. Berapa hasil penimbangan di kedua tempat tersebut?

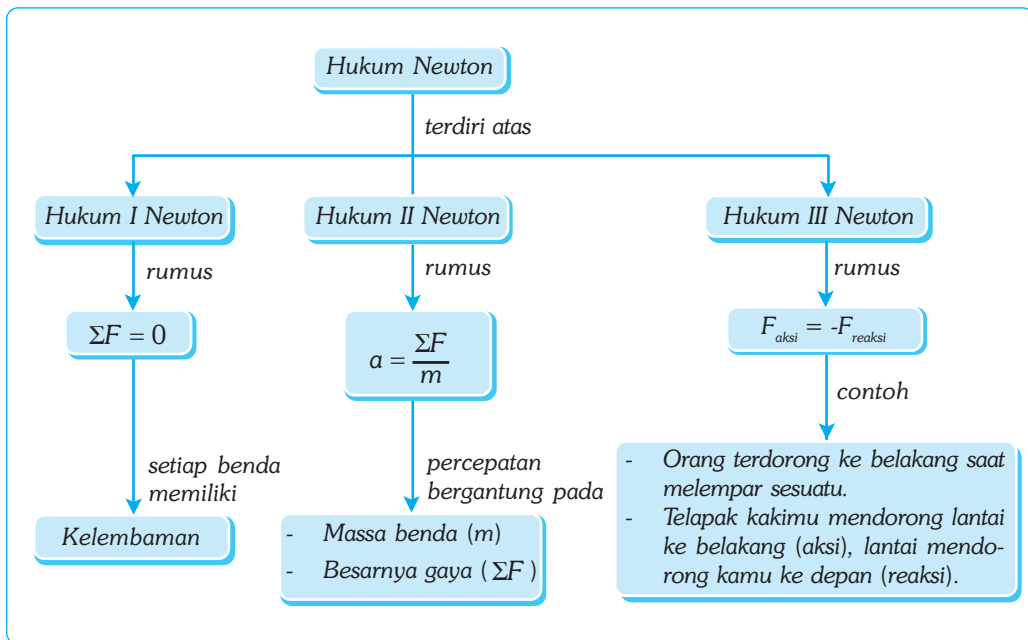
Refleksi

Pelajarilah kembali materi dalam bab ini! Carilah beberapa alamat situs di internet yang membahas mengenai gaya dan percepatan! Catat hasilnya di buku tugas dan kumpulkan di meja guru!

Bab XVII
HUKUM-HUKUM NEWTON

Tujuan Pembelajaran

Kamu dapat menerapkan hukum Newton untuk menjelaskan berbagai peristiwa dalam kehidupan sehari-hari.

Peta Konsep

Kata Kunci

- Hukum I Newton
- Hukum III Newton
- Hukum II Newton
- Kelembaman
- Gaya Aksi
- Gaya Reaksi

Sir Isaac Newton adalah orang pertama yang merumuskan adanya gerak dan gaya gravitasi. Ada tiga Hukum Newton yang sangat terkenal berkaitan dengan gerak, yaitu Hukum I Newton, Hukum II Newton, dan Hukum III Newton.

Sumber: Gaya dan Gerakan.

Gambar 17.1 Tahukah kamu, untuk mempertahankan keseimbangannya, pemain akrobat ini berusaha agar titik pusat beratnya berada tepat di atas titik tumpunya (as roda).

A. Hukum I Newton

Peristiwa kelembaman banyak dijumpai dalam kehidupan sehari-hari. Misalkan, kamu sedang diboncengkan temanmu, kemudian sepeda motor tiba-tiba bergerak, maka tubuh kamu terdorong ke belakang. Hal ini disebabkan tubuh kita cenderung mempertahankan keadaannya semula, yaitu diam. Sebuah benda yang ringan memiliki kelembaman yang lebih kecil daripada benda yang berat. Hal ini sesuai dengan Hukum I Newton berbunyi, "*Apabila resultan gaya yang bekerja pada suatu benda sama dengan nol atau tidak ada gaya yang bekerja pada benda, maka untuk benda yang bergerak akan terus bergerak dengan kecepatan tetap pada lintasan yang lurus, dan untuk benda diam selamanya akan terus diam*." Sifat benda yang mempertahankan keadaan diam atau keadaan bergeraknya disebut inersia atau kelembaman. Oleh karena itu, Hukum I Newton dikenal dengan sebutan hukum kelembaman.

Secara matematis hukum Newton dinyatakan sebagai berikut.

$$\sum F = 0$$

Rumus ini berlaku untuk benda diam atau benda bergerak dengan kecepatan tetap.

Untuk lebih memahami tentang kelembaman, lakukan kegiatan berikut!

Kegiatan

Sifat Kelembaman

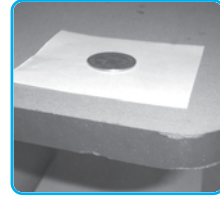
A. Tujuan

Kamu dapat memahami kelembaman suatu benda.

B. Alat dan Bahan

Kertas halus, uang logam, dan meja yang permukaannya halus.

C. Langkah Kerja

1. Letakkan sepotong kertas halus di atas meja!
2. Letakkan mata uang logam di atas kertas halus, seperti terlihat pada gambar di samping!
3. Tariklah kertas dengan gerakan perlahan dan secepat mungkin!
4. Apa yang terjadi?

Sumber : Foto Haryana.

Berdasarkan kegiatan di atas, pada saat kamu menarik kertas halus secara perlahan ternyata uang logam ikut tertarik dan jatuh. Namun, jika kamu menghentakkan kertas halus dengan jarimu secepat mungkin, maka kertas halus akan meluncur di bawah uang logam. Hal ini disebabkan karena mata uang logam memiliki kelembaman diam sehingga membuat mata uang logam tersebut mempertahankan posisinya.

Soal Kompetensi

1. Diketahui planet beredar mengelilingi orbitnya dengan kecepatan yang tetap. Pada peristiwa ini, apakah berlaku Hukum I Newton?
2. Tulislah Hukum I Newton dengan kata-katamu sendiri!

Tokoh

Isaac Newton

Sir Isaac Newton menemukan hukum gravitasi, hukum gerak, kalkulus, teleskop pantul, dan spektrum. Newton lahir di kota Woolsthorpe pada tahun 1643. Beberapa bulan sebelum ia lahir, ayahnya meninggal.

Sumber : Jendela Iptek Gaya dan Gerak.

Pada suatu hari, Newton berjalan-jalan di kebun sambil berpikir mengapa bulan bergerak mengelilingi bumi. Kemudian ia beristirahat di bawah pohon apel. Tak lama berselang ia melihat buah apel jatuh dari pohonnya. Newton sadar bahwa ada gaya yang menarik buah apel tersebut, dan gaya itu jugalah yang menarik bulan sehingga tetap dalam orbitnya. Hukum gravitasi universal pun terungkap, “Besarnya gaya gravitasi antara dua massa berbanding lurus dengan hasil kali kedua massa dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak antara pusat-pusat kedua massa itu”.

Newton dengan jelas mendefinisikan sifat massa, berat, gaya, inersia, dan percepatan. Newton meninggal di London pada tahun 1727. Ia dimakamkan di Westminster Abbey, di sebelah pemimpin-pemimpin besar Inggris.

B. Hukum II Newton

Hukum II Newton berkaitan dengan resultan gaya yang tidak sama dengan nol. Misalnya, ketika kamu mendorong meja hingga bergerak. Mula-mula meja diam, karena tidak ada gaya yang bekerja. Setelah didorong atau diberi gaya, barulah meja bergerak.

Sebenarnya, selain gaya dorong yang kamu lakukan, pada meja juga terjadi gaya lain, seperti gaya gesekan dari lantai atau dari angin. Jadi, pada prinsipnya gaya yang bekerja pada meja bukanlah gaya tunggal, tetapi gabungan dari berbagai gaya yang dinamakan *resultan gaya*. Resultan gaya inilah yang menghasilkan percepatan benda.

Jadi, terdapat hubungan antara resultan gaya dengan percepatan. Newton merumuskan hal ini dalam hukum keduanya, yaitu percepatan yang dihasilkan oleh resultan gaya yang bekerja pada suatu benda sebanding dan searah dengan resultan gaya tapi berbanding terbalik dengan massa bendanya.

$$a = \frac{\Sigma F}{m}$$

Keterangan:
ΣF : gaya (N)
m : massa (kg)
a : percepatan (m/s^2)

Contoh

Sebuah benda yang memiliki massa 3 kg dikenai gaya sebesar 6 N. Tentukan percepatan benda tersebut!!

Diketahui : ΣF = 6 N
m = 2 kg
Ditanyakan : a = ... ?
Jawab :

$$a = \frac{\Sigma F}{m} = \frac{6}{2}$$
$$= 3 \text{ m/s}^2$$

C. Hukum III Newton

Pada saat kamu berjalan, otot-otot bekerja berpasangan untuk menggerakkan kaki. Setiap kamu melangkah ke depan, kakimu menekan tanah ke belakang. Saat menjejak, tanah memberikan gaya yang sama besarnya pada kakimu. Namun, hal ini tidak berlaku apabila tempat yang kamu injak licin, kamu akan tergelincir ke belakang dan kehilangan keseimbangan.

Gaya yang digunakan untuk menggerakkan kakimu adalah gaya aksi, sedangkan gaya yang diberikan oleh tanah adalah gaya reaksi. Berdasarkan fenomena di atas, Newton merumuskan hukum ketiganya, yaitu jika benda pertama mengerjakan gaya terhadap benda kedua, maka benda kedua akan mengerjakan gaya terhadap benda pertama yang besarnya sama, tetapi arahnya berlawanan. Pasangan kedua gaya ini sering dikenal dengan gaya aksi–reaksi.

$$F_1 = -F_2$$

Keterangan:
F_1 : gaya aksi
F_2 : gaya reaksi
Tanda negatif menunjukkan kedua gaya berlawanan.

Mungkin kamu sukar untuk mengerti tentang gaya aksi dan reaksi karena kamu tidak merasakan kedua gaya ini saat kamu bergerak. Saat berjalan, kamu tidak benar-benar sadar bahwa tanah mendorongmu. Namun, kamu dapat merasakan bagaimana gaya aksi dan reaksi bekerja jika kamu dapat bergerak dengan mudah. Pakailah sepatu roda dan lemparkan sebuah bola yang berat ke depan! Pada saat melempar bola ke depan, kamu akan meluncur ke belakang.

Sumber : CD Clipart.

Gambar 17.2 Pada saat kita mendayung air ke belakang (aksi), air mendorong kita ke depan (reaksi).

Rangkuman

1. Hukum I Newton berbunyi "Setiap benda cenderung mempertahankan keadaannya, yaitu tetap diam atau bergerak dengan kecepatan konstan."
2. Hukum II Newton berbunyi "Percepatan yang ditimbulkan oleh gaya yang bekerja pada benda berbanding lurus dengan besar gayanya dan berbanding terbalik dengan massa benda."
3. Hukum III Newton berbunyi "Jika benda pertama mengerjakan gaya terhadap benda kedua, maka benda kedua akan mengerjakan gaya terhadap benda pertama yang besarnya sama, tetapi arahnya berlawanan."

Gerak Penari Balet

Pada bulan April 1999 diadakan pertemuan fisika terbesar abad 20 bertempat di World Conggress Building, Atlanta, AS. Dalam pertemuan itu digelar ratusan tema-tema seminar. Tema seminar yang menjadi pusat perhatian banyak pengunjung adalah *Physics of Dance*. Dalam seminar ini membahas penerapan hukum fisika pada gerakan balet yang menghasilkan sesuatu yang berguna, mengejutkan, dan mendorong orang lebih menghargai balet.

Sumber : CD Clipart.

Sebagian besar gerakan tarian balet menerapkan hukum kelembaman. Gerakan-gerakan ini, antara lain, diam seimbang, bergerak, melompat, dan berputar. Untuk lebih memperjelas penerapan hukum kelembaman pada gerakan balet, pada seminar itu didatangkan seorang balerina yang memeragakan tarian balet.

Diam Seimbang. Seorang balerina memulai tariannya dengan berjinjit seimbang di atas satu kaki, kaki yang lain terangkat ke belakang, dan tangan terangkat ke atas. Menurut hukum keseimbangan, posisi berdiri di atas daerah kecil bisa tercapai jika pusat berat balerina tepat di atas titik tumpunya. Tetapi ketika posisi pusat berat balerina menyimpang dari posisi seimbang, maka gaya gravitasi akan membuat balerina terpelanting/jatuh dalam waktu yang relatif singkat.

Bergerak. Ketika balerina bergerak maju, yang ia lakukan adalah menekan lantai dengan kakinya ke arah belakang. Saat mendapat tekanan, lantai bereaksi dan mendorong kaki balerina dengan gaya yang sama besar ke arah depan sehingga balerina bergerak maju. Makin keras kaki balerina menekan lantai, makin cepat balerina bergerak maju. Konsep ini juga kita gunakan pada waktu berjalan dan berenang.

Ketika penari sedang bergerak ke depan, bisakah ia membelok atau bergerak melingkar? Menurut Newton, benda yang bergerak lurus akan membelok jika ada gaya ke samping. Seorang balerina mengetahui cara memperoleh gaya ke samping. Ketika balerina akan membelok ke kanan, kakinya akan menekan lantai ke kiri. Lantai akan memberikan reaksi dan menekan balerina ke kanan sehingga lintasannya berbelok ke kanan.

Melompat. Untuk melakukan gerakan melompat, balerina menekan kakinya pada lantai secara vertikal. Dengan memberikan tekanan pada lantai, lantai memberikan reaksi dengan mendorong kaki balerina ke atas. Jika ingin mendapatkan lompatan yang lebih tinggi, maka pada saat melompat lututnya ditekuk. Tekukan lutut bertindak seperti pegas yang tertekan, siap melontarkan benda yang menekannya.

Berputar. Untuk melakukan gerakan berputar, balerina menggerakkan ujung sepatu depan dan belakang ke samping berlawanan. Lantai akan memberikan reaksi dengan memberikan gaya yang berlawanan pada kedua ujung

sepatu. Ketika sudah berputar, balerina dapat mengatur kecepatan putarnya dengan mengatur besar momen kelembamannya. Momen kelembaman merupakan kecenderungan benda untuk mempertahankan posisinya untuk tidak ikut berputar.

Mengasyikkan bukan? Ternyata balet yang kata orang lebih banyak menggunakan perasaan dapat dianalisis secara fisika. Nah, alangkah indahnya jika ada fisikawan Indonesia yang mau meneliti tari jaipong, tari bali, atau tari daerah yang lain. Siapa tahu hasilnya dapat membuat masyarakat lokal mapun internasional lebih menghargai budaya kita.

(Dikutip seperlunya dari *Fisika untuk Semua,* Yohanes Surya, 2004)

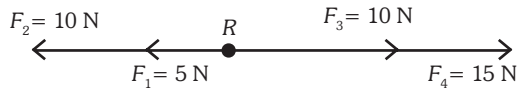
Ilmuwan Kecil

Carilah sebuah artikel di surat kabar, tabloid, atau majalah yang di dalamnya terdapat salah satu atau lebih konsep Hukum Newton (baik Hukum Newton I, II, dan III)! Tulislah sebuah komentar atas artikel yang kalian pilih! Kumpulkan tulisan komentarmu, sertakan juga fotokopi artikelnya di meja gurumu!

Pelatihan

A. *Pilihlah jawaban yang benar dengan menuliskan huruf a, b, c, atau d di buku tugasmu!*

1. Sifat benda yang melawan perubahan gerak ialah ....
   a. gesekan
   b. inersia
   c. gravitasi
   d. berat
2. Hukum gerak Newton dapat menjelaskan semua aspek tentang ....
   a. kehidupan manusia
   b. gerak benda
   c. gerak penari
   d. kehidupan tumbuhan
3. Peristiwa yang berhubungan dengan Hukum I Newton berikut adalah ....
   a. ketika mobil digas, badan kita terdorong ke belakang
   b. penerjun payung bergerak ke bawah
   c. sebuah mobil direm sehingga menjadi berhenti
   d. berat astronot di bulan lebih kecil daripada beratnya di bumi
4. Hukum II Newton menyatakan bahwa gaya sama dengan massa kali ....
   a. kecepatan
   b. berat
   c. percepatan
   d. inersia
5. Sehelai bulu burung jatuh bebas dari pohon. Jika massanya 0,5 g dan gaya gesekan udara yang menahan bulu burung tersebut 4×10^{-3} N, maka percepatan jatuhnya bulu burung tersebut adalah .... (g = 10 m/s)
   a. 2 m/s
   b. 4 m/s
   c. 5 m/s
   d. 10 m/s

6. Perhatikan gambar di bawah ini! Resultan dan arah gaya di atas adalah ....

   a. 25 N ke kanan
   b. 10 N ke kanan
   c. 5 N ke kiri
   d. 10 N ke kiri

7. Besar percepatan yang dialami benda pada gambar di samping adalah ....

   a. 2,0 m/s
   b. 1,2 m/s
   c. 2,4 m/s
   d. 0,5 m/s

8. Perhatikan gambar di samping! Benda dalam keadaan seimbang apabila memenuhi ....
   a. $F_3 = F_2 - F_1$
   b. $F_1 = F_2 - F_3$
   c. $F_1 = F_2 + F_3$
   d. $F_2 = F_3 - F_1$

9. Gaya yang dapat menimbulkan percepatan 1 m/s pada massa 1 kg disebut ...
   a. 1 dyne
   b. 1 newton
   c. 1 kgf
   d. 1 gf

10. Peristiwa yang bukan menunjukkan inersia ialah ....
    a. pada saat kamu menekan dinding, dinding akan balik menekanmu
    b. sopir kendaraan akan terlempar ke depan pada saat terjadi tabrakan
    c. penumpang bus terdorong ke belakang pada saat bus mulai bergerak
    d. penumpang mobil terdorong ke belakang pada saat mobil direm

B. *Kerjakan soal-soal berikut dengan benar!*

1. Bagaimana ketiga Hukum Newton dapat menjelaskan semua aspek tentang gerak suatu benda?
2. Sebuah balok es terletak di atas lantai licin. Saat ditarik dengan gaya *p*, balok es mengalami percepatan 6 m/s. Tentukan percepatan balok es jika ditarik dengan gaya 2*p*!
3. Benarkah jika dikatakan bahwa aksi dan reaksi membentuk keseimbangan karena aksi dan reaksi sama besar dan berlawanan arah?
4. Kamu melempar sebuah bola tenis ke tembok. Manakah yang memperoleh percepatan lebih besar?
5. Sebuah lokomotif yang bermassa 8.000 kg mampu menarik gerbong yang bermassa 40.000 kg dengan percepatan tetap 1,20 m/s. Jika lokomotif tersebut digunakan untuk menarik gerbong yang bermassa 16.000 kg, maka berapakah percepatan yang dihasilkan?

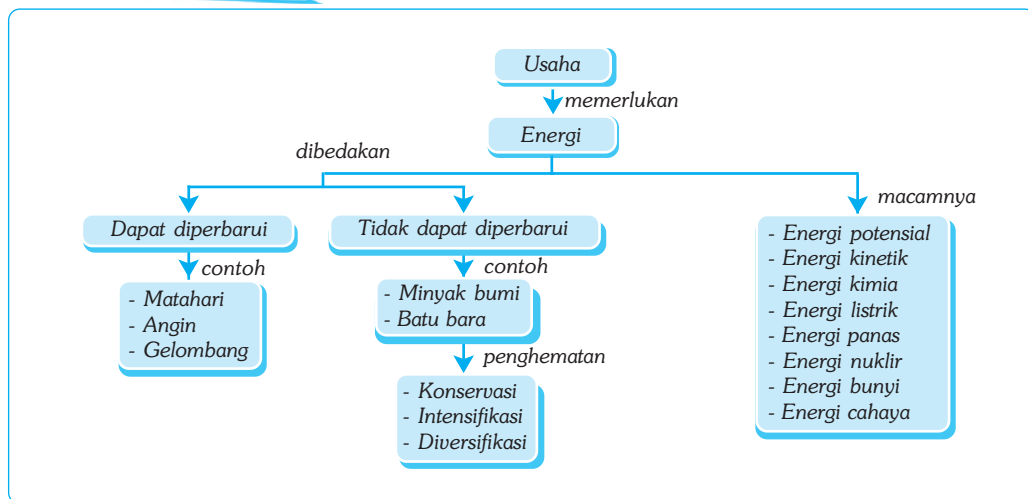
Refleksi

Pelajarilah kembali materi dalam bab ini! Analisalah olah raga yang kamu senangi dengan menggunakan hukum-hukum Newton! Tulis di lembar tersendiri dan kumpulkan di meja guru!

Bab XVIII ENERGI DAN USAHA

Tujuan Pembelajaran

Kamu dapat mendeskripsikan bentuk energi dan perubahannya serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

Peta Konsep

Kata Kunci

- Energi
- Sumber Energi
- Usaha
- Bentuk-Bentuk Energi

Saat SD kamu telah mempelajari bentuk energi dan pemanfaatan energi dalam kehidupan sehari-hari. Di SMP, selain mempelajari kedua materi tersebut secara lebih mendalam, kamu juga akan mempelajari hal yang baru seperti usaha, hukum kekekalan energi, dan pemanfaatannya dalam kehidupan sehari-hari.

Sumber: CD Clipart.

Gambar 18.1 Pada *Grand Prix Formula 1*, mobil-mobilnya memiliki energi kinetik (gerak) yang sangat besar. Energi kinetik ini berasal dari kerja mesin yang disuplai bahan bakar minyak. Dapatkah kamu menjelaskan perubahan energi apa saja yang terjadi pada mobil tersebut?

A. Pengertian Energi

Apa yang kamu rasakan setelah kamu berlari sejauh 3 km? Kamu tentu merasa lelah. Jika diteruskan berlari, maka akhirnya kamu tidak kuat untuk berlari lagi. Keadaan seperti itu dikatakan kamu kehabisan energi. Energi adalah kemampuan untuk melakukan usaha (kerja). Satuan energi dalam SI adalah joule (J). Satuan energi lain yang dapat dipakai adalah kalori (kal) dan *electron volt* (eV).

Darimana kamu memeroleh energi? Energi yang kamu gunakan berasal dari energi kimia yang terkandung dalam zat makanan yang kamu makan. Sehingga, dapat dikatakan bahwa makanan menyimpan energi. Sesuatu yang menyimpan atau menghasilkan energi disebut sumber energi. Misalnya, matahari, air terjun, angin, minyak bumi, batu bara, gas alam, dan uranium.

B. Bentuk-Bentuk Energi

Setiap saat kita menggunakan energi. Pada siang hari kita menggunakan energi panas matahari untuk mengeringkan pakaian, kamu menggunakan energi kimia yang tersimpan dalam makanan untuk berjalan ke sekolah, dan sebagainya. Hal ini, menunjukkan bahwa di sekitar kamu terdapat berbagai bentuk energi, seperti, energi kimia, energi panas, energi listrik, energi nuklir, energi cahaya, energi bunyi, energi potensial, dan energi kinetik.

a. Energi Kimia. Energi kimia adalah energi yang dimiliki oleh benda-benda kimia, seperti, kayu, minyak, makanan, baterai, dan larutan kimia. Energi kimia akan dilepaskan jika benda-benda tersebut mengalami reaksi kimia.
b. Energi Panas. Energi panas adalah energi yang dihasilkan oleh gerakan partikel penyusun benda. Energi panas terdapat pada kompor, setrika, matahari, panas bumi, solder, dan oven.
c. Energi Listrik. Energi listrik adalah energi yang dihasilkan oleh aliran elektron atau arus listrik yang terjadi akibat perbedaan potensial listrik. Sumber energi listrik, antara lain, baterai, aki, dan generator.
d. Energi Nuklir. Energi nuklir adalah energi yang dihasilkan oleh bahan-bahan radioaktif. Bom atom dan PLTN adalah contoh sumber energi nuklir.

e. Energi Cahaya. Energi cahaya adalah energi yang dihasilkan oleh gelombang elektromagnetik. Sumber energi cahaya, antara lain, lampu, matahari, dan lilin.
f. Energi Bunyi. Energi bunyi adalah energi yang dihasilkan oleh benda yang bergetar. Jika kamu mendengar bunyi yang sangat keras, maka telingamu akan terasa sakit. Ini membuktikan bahwa bunyi merupakan energi. Sumber energi bunyi, antara lain, radio, *tape recorder*, dan *VCD player*.
g. Energi Potensial. Energi potensial adalah energi yang dimiliki benda karena kedudukannya yang dipengaruhi oleh gravitasi. Misalnya, air terjun, buah di pohon, dan busur yang direntangkan.
h. Energi Kinetik. Energi kinetik adalah energi yang dimiliki benda karena geraknya atau kelajuannya. Misalnya, mobil yang melaju, orang berlari, dan kapal yang melaju.

Soal Kompetensi

Mengapa sepeda motor dirancang menggunakan bahan bakar bensin, sedangkan truk dirancang menggunakan bahan bakar solar?

C. Perubahan Bentuk-Bentuk Energi

Pada mulanya, manusia menggunakan ototnya atau otot binatang, seperti, kerbau untuk menyelesaikan pekerjaannya. Otot mengubah energi kimia menjadi energi kinetik. Mesin pertama untuk menghasilkan energi kinetik adalah kincir air. Kincir ini menggunakan energi air yang bergerak untuk memutar poros. Sekarang, alat yang prinsip kerjanya seperti kincir air adalah turbin yang digunakan oleh PLTA untuk menghasilkan listrik.

Untuk lebih memperjelas bahwa energi dapat berubah dari satu bentuk ke bentuk yang lain, lakukan kegiatan berikut!

Kegiatan

Perubahan Bentuk Energi

A. Tujuan

Kamu dapat mengetahui perubahan bentuk energi.

B. Alat dan Bahan

Botol kosong yang bertutup, minyak tanah, sumbu, dan korek api.

C. Langkah Kerja

1. Lubangilah tutup botol dan masukkan sumbu pada lubang yang dibuat!
2. Isilah botol dengan minyak tanah, kemudian tutuplah dengan tutup botol yang sudah ada sumbunya!

3. Biarkan sebentar, kemudian nyalakan sumbu pada tutup botol!
4. Setelah beberapa saat menyala, peganglah tutup botol! Apa yang kamu rasakan? Energi apa saja yang berperan dalam kegiatan ini?
5. Kesimpulan apa yang dapat kamu peroleh dari kegiatan ini?

Berdasarkan kegiatan di atas, ternyata di dalam minyak tanah tersimpan energi kimia. Apabila sumbu dinyalakan, maka timbul reaksi kimia pada ujung sumbu. Akibat reaksi ini, sumbu mengeluarkan panas dan cahaya. Jadi, energi kimia dapat berubah menjadi energi panas dan cahaya. Perubahan energi dari satu bentuk ke bentuk lainnya disebut *konversi energi*. Alat atau benda yang melakukan konversi energi disebut *konventer energi*.

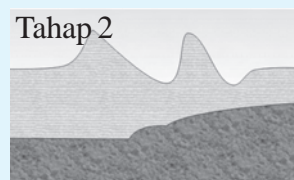
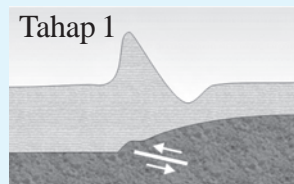
Jadi, tidak ada energi yang hilang tetapi hanya berubah dari satu bentuk ke bentuk lain. Hal ini menunjukkan bahwa energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan, tetapi hanya dapat diubah dari satu bentuk ke bentuk lainnya. Kesimpulan ini disebut sebagai *Hukum Kekekalan Energi*.

Gelombang Tsunami

Pada bulan Desember tahun 2004, terjadi gempa tektonik di laut dan menyebabkan gelombang tsunami yang melanda Aceh dan sekitarnya. Mengapa gempa bumi di laut bisa menyebabkan gelombang tsunami?

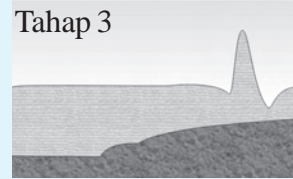
Tsunami berasal dari bahasa Jepang, yaitu *tsu* (pelabuhan) dan *nami* (gelombang). Gelombang tsunami terjadi karena adanya gangguan impulsif pada air laut akibat perubahan bentuk dasar laut secara tiba-tiba, seperti gempa bumi, erupsi gunung api, longsoran di dasar laut, atau akibat meteorit yang jatuh ke laut. Dari keempat pemicu tersebut, gempa yang terjadi di laut yang berkekuatan lebih besar dari 6 skala *richter* dan kedalaman kurang dari 60 km serta sesaran gempa naik atau turun adalah yang sering menyebabkan tsunami. Terjadinya tsunami terbagi menjadi empat tahap, yaitu sebagai berikut.

Tahap 1. Gempa yang terjadi di laut membuat dasar laut terangkat naik sehingga air bergolak naik. Saat air terangkat naik, terjadi pergerakan air menuju pusat gempa yang menyebabkan air di sekitar pantai menjadi surut.

Tahap 2. Setelah terjadi gempa, bibit tsunami pecah menjadi tsunami yang berjalan ke laut lepas (tsunami jauh) dan tsunami yang bergerak mendekati pantai (tsunami lokal). Tinggi tsunami jauh dan tsunami lokal masing-masing sekitar setengah dari tsunami awal. Kecepatan geraknya berbanding lurus dengan kedalaman air.

Tahap 3. Dalam perjalanan menuju pantai, gelombang tsunami membentur berbagai benda yang membuat puncak gelombang makin tinggi, tetapi kecepatannya berkurang.

Tahap 4. Setelah mencapai titik tertinggi, gaya gravitasi membalikkan arah gerak air kembali ke laut dengan menyeret benda yang terperangkap di dalamnya. Berbeda dengan apa yang sering dikira orang, kebanyakan tsunami tidak berbentuk "gelombang keriting". Tsunami datang seperti gelombang pasang, tetapi dengan kecepatan tinggi. Tsunami merusak bukan disebabkan gelombang yang tinggi, melainkan akibat hantaman arus air yang bergerak cepat.

Sebenarnya gelombang tsunami dapat diprediksi kedatangannya dengan sistem deteksi dini. Apakah di antara kamu ada yang berkeinginan kelak menjadi ahli tsunami?

(Dikutip seperlunya dari Suplemen Anak *Suara Merdeka*, *Yunior*, edisi 247, 2005)

D. Langkah-Langkah Penghematan Sumber Energi

Semua bentuk energi, termasuk energi listrik, berasal dari sumber-sumber energi. Ada dua jenis sumber energi, yaitu sumber energi yang dapat diperbarui dan yang tidak dapat diperbarui. Sumber energi yang dapat diperbarui adalah sumber energi yang tidak akan habis bila dikelola dengan baik. Misalnya, air dan hasil hutan. Sumber energi yang tidak dapat diperbarui adalah sumber energi yang akan habis jika dieksploitasi terus-menerus. Misalnya, minyak bumi, batubara, dan gas alam.

Untuk mengatasi agar tidak kehabisan sumber energi, dapat diupayakan dengan tiga cara, yaitu *konservasi*, *intensifikasi*, dan *diversifikasi*. Konservasi adalah cara menggunakan energi secara efisien dan rasional. Misalnya, menggunakan bahan bakar seperlunya dan tidak berlebihan dalam menyalakan peralatan listrik. Intensifikasi adalah meningkatkan atau mengembangkan sumber energi baru. Misalnya, menggunakan kotoran sapi sebagai sumber listrik. Diversifikasi adalah penganekaragaman sumber energi agar tidak hanya bergantung pada minyak bumi. Misalnya, penggunaan tenaga surya untuk kendaraan dan sumber listrik.

Soal Kompetensi

1. Sebutkan sumber-sumber energi yang jarang digunakan oleh masyarakat atau yang baru dikembangkan! Jelaskan juga keuntungan dan kerugiannya!
2. Mengapa matahari merupakan sumber dari segala sumber energi? Jelaskan!

E. Energi Mekanik

Energi mekanik adalah energi yang dimiliki oleh benda karena gerak dan kedudukannya. Apabila benda bergerak dan berada pada ketinggian tertentu, maka energi mekaniknya merupakan gabungan energi potensial dan energi kinetik. Secara matematis, energi mekanik dirumuskan sebagai berikut.

$$E_m = E_p + E_k$$

Keterangan:

E_m : energi mekanik (J)
E_p : energi potensial (J)
E_k : energi kinetik (J)

1. Energi Potensial

Energi potensial adalah energi yang tersimpan dalam suatu benda karena kedudukannya. Energi potensial yang disebabkan oleh adanya gravitasi bumi disebut energi potensial gravitasi. Sebuah benda yang berada pada ketinggian tertentu (h) terhadap bumi akan dipengaruhi oleh percepatan gravitasi bumi sehingga benda tersebut mempunyai berat ($w = m \cdot g$). Secara matematis dirumuskan sebagai berikut.

$$E_p = m \times g \times h$$

Keterangan:

E_p : energi potensial (J)
m : massa benda (kg)
h : ketinggian benda (m)
g : percepatan gravitasi (m/s^2)

2. Energi Kinetik

Energi kinetik (gerak) adalah energi yang ditimbulkan karena gerak suatu benda. Sepeda motor yang bertabrakan dengan kecepatan 30 km/jam tentu berbeda akibatnya bila dibandingkan dengan sepeda motor yang bertabrakan dengan kecepatan 90 km/jam. Akibat tabrakan yang ditimbulkan oleh truk dengan massa yang besar, akan lebih parah jika dibandingkan dengan sedan, walaupun kecepatan keduanya sama. Jadi, selain kecepatan, faktor yang memengaruhi energi kinetik adalah massa. Persamaan matematis energi kinetik adalah sebagai berikut.

$$E_k = \frac{1}{2} \times m \times v^2$$

Keterangan:

E_k : energi kinetik (J)
m : massa benda (kg)
v : kecepatan benda (m/s)

Contoh

1. Sebuah batu bata jatuh dari atas bangunan dengan energi kinetik dan energi potensial 12 J dan 5 J. Berapakah energi mekanik batu bata tersebut?

   Diketahui : $E_k = 12$ J $\quad E_p = 5$ J

   Ditanyakan : $E_m = ...$?

   Jawab :

   $E_m = E_k + E_p = 12 + 5$

   $= 17$ J

2. Sebuah kelapa massanya 2 kg berada di pohon dengan ketinggian 5 m. Jika $g = 9{,}8$ m/s^2, maka hitung energi potensial buah kelapa tersebut!

   Diketahui : $m = 2$ kg $\quad g = 9{,}8$ m/s^2

   $h = 5$ m

   Ditanyakan : $E_p = ...$?

   Jawab :

   $E_p = m \times g \times h$

   $= 2 \times 9{,}8 \times 5$

   $= 98$ J

3. Sebuah benda yang massanya 2 kg bergerak dengan kecepatan 4 m/s. Berapa energi kinetik benda tersebut?

   Diketahui : $m = 2$ kg $\quad v = 4$ m/s

   Ditanyakan : $E_k = ...$?

   Jawab :

   $$E_k = \frac{1}{2} \times m \times v^2 = \left(\frac{1}{2}\right)(2)(4)^2$$

   $= 16$ J

F. Pengertian Usaha

Sumber: Haryana.

Gambar 18.2 (a) Meja berpindah tempat berarti ada usaha dan (b) tembok tidak bergerak berarti tidak ada usaha.

Menurut fisika, saat terjadi usaha berarti ada gaya yang bekerja. Gaya menimbulkan perubahan kedudukan benda. Doronglah dinding kelasmu kuat-kuat! Apa yang terjadi? Dinding kelasmu tetap diam. Menurut fisika, jika dinding tidak berpindah tempat, maka kamu dikatakan tidak melakukan usaha, meskipun telah banyak mengeluarkan tenaga.

Sekarang, doronglah mejamu! Apa yang terjadi? Ternyata meja berpindah tempat. Menurut fisika, jika meja berpindah tempat, maka kamu dikatakan telah melakukan usaha. Hal ini dikarenakan gaya yang kamu keluarkan menyebabkan meja mengalami perpindahan, meskipun besarnya tenaga yang kamu keluarkan lebih kecil bila dibandingkan saat kamu mendorong dinding. Setelah memahami contoh di atas, dapatkah kamu memberikan pengertian usaha dalam fisika?

Jadi, usaha terjadi apabila gaya yang bekerja pada sebuah benda mengakibatkan berpindah tempat. Apabila benda dikenai gaya tidak berpindah, maka dikatakan tidak terjadi usaha atau besarnya usaha sama dengan nol. Usaha bernilai negatif, jika arah gaya yang berkerja pada benda itu berlawanan dengan arah geraknya.

Hubungan antara gaya dan usaha adalah berbanding lurus. Selain itu, hubungan antara usaha dengan perpindahan benda juga menunjukkan hubungan yang berbanding lurus. Jadi, usaha merupakan hasil kali antara gaya dengan jarak perpindahan. Secara matematis usaha dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$W = F \times s$$

Keterangan:
W : usaha (J atau Nm)
s : jarak perpindahan (m)
F : gaya (N)]

Contoh

Diketahui gaya sebesar 5 N menyebabkan benda berpindah sejauh 10 m. Berapa besar usahanya?

Diketahui : $F = 5$ N
$s = 10$ m
Ditanyakan : $W = ...?$
Jawab :
$W = F \times s$
$= 5 \times 10 = 50$ J

Soal Kompetensi

1. Apabila sebuah balok ditarik dengan sekali tarikan (disentak), maka balok tersebut mengalami perpindahan. Apakah hal ini termasuk usaha?
2. Setiap planet bergerak pada orbit tertentu. Apakah planet tersebut dapat dikatakan melakukan usaha? Jelaskan!

G. Usaha dan Energi

Bagaimana hubungan abtara usaha dan energi? Sebuah benda yang meluncur di atas lantai yang kasar akan bergerak makin lambat dan akhirnya berhenti. Hal ini disebabkan oleh adanya gaya gesekan antara permukaan benda dengan lantai. Benda berhenti saat gaya gesek lebih besar daripada gaya dorong.

Saat terjadi gesekan, ada sebagian energi kinetik yang berubah menjadi energi kalor. Berkurangnya energi benda karena berubah menjadi energi bentuk lain disebut sebagai usaha negatif. Dalam hal ini yang melakukan usaha negatif adalah gaya gesekan. Jadi, usaha merupakan proses terjadinya perubahan energi. Artinya, saat usaha dilakukan terjadi perubahan energi, baik besar maupun bentuknya.

Pada saat melakukan usaha, tidak semua energi yang dikeluarkan berguna. Sebagian dari energi itu akan berubah menjadi energi bentuk lain, seperti energi panas dan energi bunyi. Perbandingan antara besarnya energi (usaha) yang berguna dengan besarnya energi yang dikeluarkan disebut efisiensi.

Soal Kompetensi

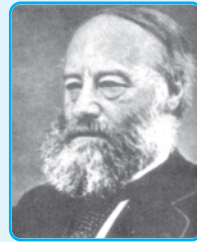
Di mana letak perbedaan antara usaha yang dilakukan oleh benda yang jatuh bebas dengan benda yang dilempar vertikal ke atas?

Tokoh

James Prescott Joule

Sumber: 100 Ilmuwan

James Prescott Joule adalah ahli fisika, lahir di Inggris, pada tanggal 24 Desember 1817. Joule tidak pernah duduk di bangku sekolah sampai umur 17 tahun karena sakit-sakitan.

Joule rajin belajar dan mengadakan eksperimen dan menulis. Pada tahun 1840, ia mengemukakan Hukum Joule, "Panas yang dihasilkan berbanding lurus dengan hambatan konduktor dikalikan dengan kuadrat kuat arus listriknya." Karya Joule-lah yang memantapkan hukum pertama termodinamika (Hukum Kekekalan Energi), "Energi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan, hanya dialihkan atau diubah dari satu bentuk ke bentuk lainnya". Nama Joule kemudian dipakai sebagai nama satuan usaha dan energi.

Ilmuwan Kecil

Tulislah sebuah artikel yang di dalamnya membahas tentang sesuatu yang ada kaitannya dengan konsep usaha dan energi! Jelaskan juga perbedaan antara pengertian usaha dalam kehidupan sehari-hari dengan pengertian usaha dalam ilmu fisika! Kumpulkan hasil tulisan tersebut di meja gurumu!

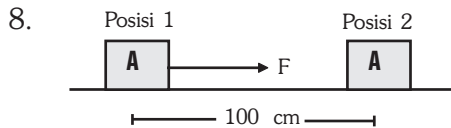
Rangkuman

1. Energi adalah kemampuan untuk melakukan usaha (kerja).
2. Bentuk-bentuk energi, antara lain, energi kimia, energi panas, energi listrik, energi nuklir, energi cahaya, energi potensial, dan energi kinetik.
3. Hukum kekekalan energi menyatakan energi tidak dapat diciptakan dan dimusnahkan, tetapi hanya dapat diubah dari satu bentuk ke bentuk lainnya.
4. Energi mekanik adalah energi yang dimiliki oleh benda karena gerak dan kedudukannya.
5. Energi potensial adalah energi yang dimiliki benda karena kedudukannya.
6. Energi kinetik/gerak adalah energi yang ditimbulkan karena gerak suatu benda.
7. Usaha didefinisikan sebagai hasil kali antara gaya dan jarak perpindahan.
8. Tiga cara mengatasi kekurangan atau habisnya sumber energi, yaitu konservasi, intensifikasi, dan diversifikasi.

Pelatihan

A. *Pilihlah jawaban yang benar dengan menuliskan huruf a, b, c, atau d di buku tugasmu!*

1. Energi kinetik adalah energi yang terdapat pada ....
   a. benda yang diam
   b. benda yang bergerak
   c. setiap benda cair
   d. benda yang besar
2. Urutan perubahan energi pada PLTA adalah ....
   a. energi air – energi potensial – energi listrik
   b. energi kinetik – energi gerak – energi listrik
   c. energi potensial – energi kinetik – energi listrik
   d. energi potensial – energi mekanik – energi listrik
3. Batu bermassa 1 kg dilempar ke atas dengan kecepatan 10 m/s. Energi kinetik batu tersebut adalah ....
   a. 5 J
   b. 10 J
   c. 50 J
   d. 100 J
4. Perubahan energi yang terjadi pada lampu pijar adalah ....
   a. energi listrik menjadi energi bunyi dan energi cahaya
   b. energi listrik menjadi energi cahaya dan energi panas
   c. energi panas menjadi energi listrik dan energi cahaya
   d. energi kimia menjadi energi panas dan energi cahaya

5. Contoh benda yang memiliki energi potensial gravitasi adalah ....
   a. benda yang akan bergerak
   b. air di sungai
   c. mobil berjalan
   d. layang-layang yang diterbangkan
6. Usaha akan terjadi apabila terdapat ....
   a. gaya yang bekerja pada benda sehingga mengubah bentuk benda
   b. gaya yang bekerja pada benda sehingga benda berpindah
   c. daya yang bekerja pada benda sehingga benda berubah
   d. daya yang bekerja pada benda sehingga benda diam
7. Diketahui 1 J = 10.000.000 erg = 10^7 erg, maka untuk 25 J = ...
   a. $0{,}25 \times 10^7$ erg
   b. $2{,}5 \times 10^7$ erg
   c. 25×10^7 erg
   d. 250×10^7 erg
8. Posisi 1 A F Posisi 2 A 100 cm

   Perhatikan gambar di samping! Jika balok A dikenai gaya sebesar 15 N dan jarak yang ditempuh balok sepanjang 100 cm, maka usahanya sebesar ....
   a. 1,5 J
   b. 15 J
   c. 150 J
   d. 1.500 J
9. Peristiwa berikut ini menunjukkan besarnya usaha sama dengan nol, *kecuali* ....
   a. menghentikan ayunan
   b. memikul beban di pundak
   c. naiki sepeda di jalan
   d. naik kereta api
10. Terdapat pernyataan sebagai berikut.
    1. Kecepatan melakukan usaha.
    2. Kecepatan menggunakan energi.
    3. Usaha per satuan waktu.
    4. Usaha yang diperlukan setiap waktu.

    Pernyataan di atas yang benar tentang daya adalah ....
    a. 1 dan 3
    b. 2 dan 3
    c. 1 dan 2
    d. 3 dan 4

B. *Kerjakan soal-soal berikut dengan benar!*

1. Energi potensial sebuah benda adalah $2,5 \times 10^8$ erg dan massa benda 100 g. Berapakah tinggi benda tersebut?
2. Tulislah secara berurutan perubahan energi dari pembangkit listrik tenaga air hingga diperoleh hasilnya, beserta alat yang digunakan!
3. Diketahui sebuah benda memiliki massa 20 g. Jika benda tersebut memiliki energi kinetik sebesar 640 J, maka tentukan kecepatan benda tersebut!
4. Sebuah gaya sebesar 30 N digunakan untuk memindahkan benda sejauh 1 m dalam waktu 0,5 menit. Hitunglah dayanya!
5. Jelaskan yang dimaksud usaha menurut fisika!

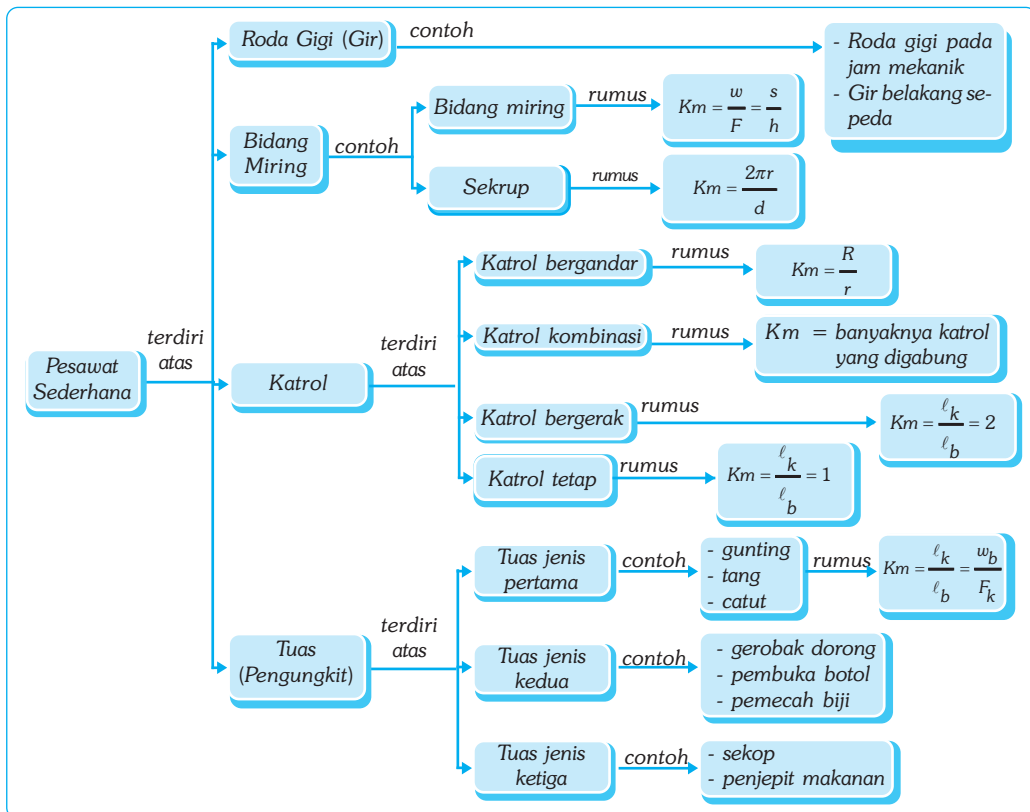
Refleksi

Pelajarilah kembali materi dalam bab ini. Buatlah sebuah peta konsep versimu sendiri. Kamu dapat mencari informasi tambahan di buku-buku yang relevan atau di internet. Presentasikan hasilnya di depan kelas. Mintalah kritik dan saran untuk kesempurnaan peta konsep yang kamu buat.

Bab XIX PESAWAT SEDERHANA

Tujuan Pembelajaran

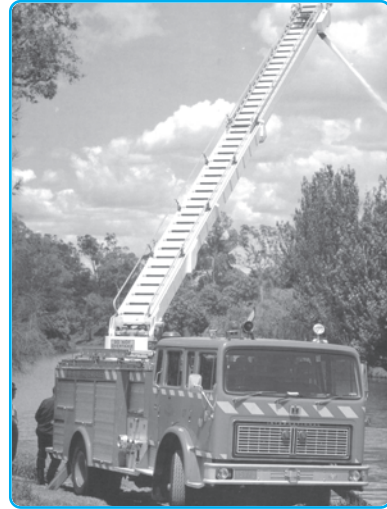
Kamu dapat melakukan percobaan tentang pesawat sederhana dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

Peta Konsep

Kata Kunci

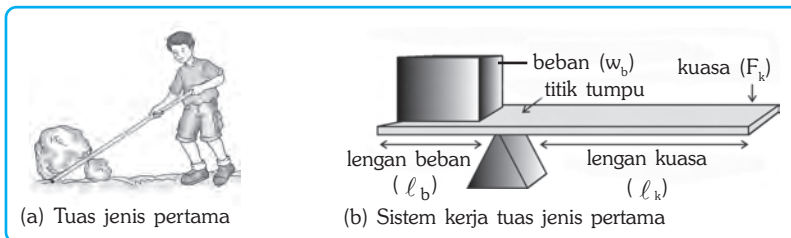
- Tuas
- Roda Gigi
- Katrol
- Keuntungan Mekanis
- Pesawat Sederhana
- Bidang Miring

Manusia selalu berusaha untuk melakukan pekerjaan secara cepat dan mudah. Untuk itu manusia menciptakan alat bantu atau pesawat. Pengertian pesawat menurut fisika adalah setiap peralatan yang memudahkan manusia untuk melakukan usaha (kerja). Jadi, istilah pesawat tidak hanya digunakan untuk pesawat terbang, televisi, radio, dan peralatan yang rumit ataupun canggih lainnya. Obeng, pensil, sendok, dan cangkir juga termasuk pesawat. Karena peralatan-peralatan tersebut dirancang sederhana, maka disebut dengan *pesawat sederhana*.

Sumber : Encarta Encyclopedia 2006

Gambar 19.1 Pada kehidupan sehari-hari banyak alat yang dibuat dengan menerapkan konsep pesawat sederhana. Tangga pada mobil pemadam kebakaran merupakan salah satu alat yang menerapkan konsep tersebut. Termasuk pesawat sederhana jenis berapa tangga di mobil tersebut?

A. Tuas (Pengungkit)

Kita dapat memperoleh gaya yang besar dengan menggunakan tuas meski gaya yang kita keluarkan kecil. Sistem kerja tuas terdiri atas tiga bagian, yaitu beban, titik tumpu, dan kuasa. Berdasarkan posisi bagian-bagian sistem kerjanya, maka tuas dikelompokkan menjadi tiga, yaitu tuas jenis pertama, kedua, dan ketiga.

1. Tuas Jenis Pertama

Gambar 19.2 Tuas jenis pertama dan bagian-bagiannya.

Posisi titik tumpu pada tuas jenis pertama berada di antara beban dan kuasa (perhatikan Gambar 19.2). Makin panjang lengan kuasa, maka makin kecil gaya yang diperlukan untuk mengungkit beban tersebut. Pada tuas yang berada dalam keseimbangan, secara matematis berlaku hubungan:

$$F_k \times \ell_k = w_b \times \ell_b \quad \text{atau} \quad \frac{\ell_k}{\ell_b} = \frac{w_b}{F_k}$$

Secara matematis keuntungan mekanis (*Km*) tuas jenis pertama dapat dirumuskan sebagai berikut.

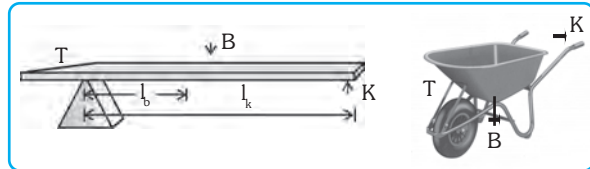
$$Km = \frac{\ell_k}{\ell_b} = \frac{w_b}{F_k}$$

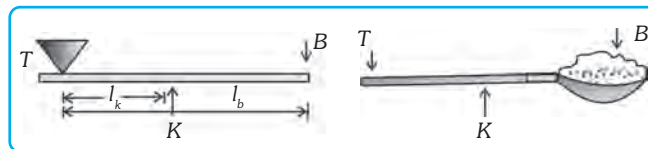
Keterangan:

F_k : gaya kuasa (N)
w_b : berat beban (N)
Km : keuntungan mekanis
ℓ_k : lengan kuasa (m)
ℓ_b : lengan beban (m)

Contoh tuas jenis pertama, antara lain, gunting, tang, linggis, dan palu pencabut paku (catut).

2. Tuas Jenis Kedua

Posisi beban pada tuas jenis kedua berada di antara titik tumpu dan kuasa (perhatikan Gambar 19.3). Contoh tuas jenis kedua, antara lain, gerobak dorong, pembuka kaleng (botol), pemotong kertas, dan pemecah biji.

Gambar 19.3 Contoh tuas jenis kedua (a) Sistem kerja tuas jenis kedua dan (b) Gerobak dorong.

3. Tuas Jenis Ketiga

Gambar 19.4 Contoh tuas jenis ketiga (a) Sistem kerja tuas jenis ketiga dan (b) Sekop.

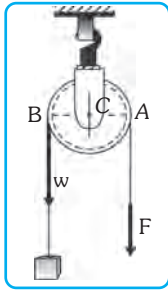
Posisi kuasa pada tuas jenis ketiga berada di antara titik tumpu dan beban (perhatikan Gambar 19.4). Contoh tuas jenis ketiga, antara lain, sekop, jepitan, dan lengan bawah saat membawa beban.

Soal Kompetensi

1. Dari ketiga jenis tuas didepan, mana yang memiliki keuntungan mekanis paling kecil? Berikan alasannya!
2. Jelaskan maksud dari keuntungan mekanis lebih dari 1 dan kurang dari 1!

B. Katrol

Ada jenis pesawat sederhana lain yang dapat membantu mengangkat atau memindahkan benda, yaitu katrol. Seperti halnya tuas, katrol juga memiliki titik tumpu, kuasa, dan beban. Katrol adalah roda dengan galur yang melingkar (seperti pelek sepeda). Katrol terdiri atas katrol tetap, katrol bergerak, katrol kombinasi, dan katrol (roda) bergandar.

1. Katrol Tetap

Gambar 19.5 Katrol tetap.

Katrol tetap adalah katrol yang letaknya tetap. Katrol tetap sering digunakan pada sumur timba. Seperti halnya tuas, titik *A* adalah titik kuasa, titik *B* adalah titik beban, dan titik *C* adalah titik tumpu. Jarak *AC* adalah lengan kuasa dan jarak *BC* adalah lengan beban (perhatikan Gambar 19.5). Meskipun keuntungan mekanis menggunakan katrol ini sama dengan satu, namun beban akan terasa lebih ringan daripada tanpa katrol (langsung dengan tali). Hal ini disebabkan oleh gaya yang dilakukan searah dengan berat badanmu. Keuntungan mekanis menggunakan katrol tetap adalah sebagai berikut.

$$Km = \frac{\ell_k}{\ell_b} = \frac{AC}{BC} = 1, \text{ sebab } AC = BC$$

2. Katrol Bergerak

Katrol bergerak adalah katrol yang bergerak jika sedang digunakan. Titik *A* adalah titik kuasa, titik *B* adalah titik beban, dan titik *C* adalah titik tumpu. Jarak *AC* adalah lengan kuasa dan jarak *BC* adalah lengan beban (perhatikan Gambar 19.6). Keuntungan mekanisnya sebagai berikut.

Gambar 19.6 Katrol bergerak.

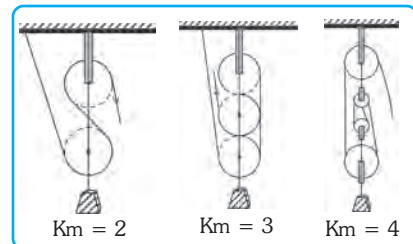
$$Km = \frac{\ell_k}{\ell_b} = \frac{AC}{BC} = \frac{2BC}{BC} = 2, \text{ sebab } AC = 2BC$$

Keuntungan mekanis katrol bergerak juga dapat dihitung menggunakan perbandingan berat beban dan besarnya kuasa.

$$Km = \frac{w_b}{F_k} = \frac{w_b}{\frac{1}{2}w_b} = 2$$

Karena beban ditanggung oleh dua tali (tali 1 dan 2), maka kuasa yang diperlukan hanya setengah dari beban.

3. Katrol Kombinasi

Katrol kombinasi merupakan gabungan katrol tetap dan katrol bergerak yang juga disebut *takal*. Keuntungan mekanis katrol kombinasi adalah banyaknya katrol yang digabungkan.

Gambar 19.7 Katrol kombinasi.

4. Katrol (Roda) Bergandar

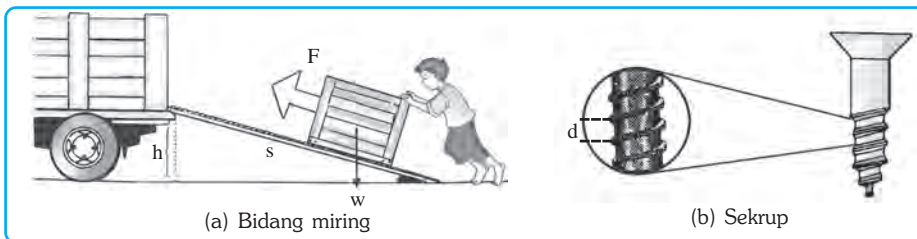
Gambar 19.8 Katrol bergandar.

Katrol (roda) bergandar adalah beberapa katrol yang disatukan sumbunya. Katrol besar untuk gaya yang bekerja, sedangkan katrol kecil untuk beban. Keuntungan mekanis katrol bergandar adalah pada perbandingan jari-jari roda besar (R) dan jari-jari roda kecil (r).

$$Km = \frac{R}{r}$$

Soal Kompetensi

1. Apa bahaya dari katrol bergerak?
2. Apa kelebihan dan kekurangan dari masing-masing katrol yang telah dijelaskan di depan?

C. Bidang Miring

Gambar 19.9 Beberapa contoh bidang miring.

Untuk memindahkan barang dari tempat yang rendah ke tempat yang lebih tinggi akan lebih mudah jika menggunakan bidang miring daripada mengangkat barang secara langsung. Misalnya, kita bermaksud memindahkan drum dari tanah ke atas truk, maka lebih mudah menggunakan papan. Contoh bidang miring yang lain adalah tangga, pisau, pasak, dan sekrup. Keuntungan mekanis bidang miring adalah sebagai berikut.

$$Km = \frac{w}{F} = \frac{s}{h} \quad \text{atau} \quad Km = \frac{2\pi r}{d}$$

Keterangan:
s : panjang bidang miring (m)
h : tinggi tempat (m)
d : interval sekrup
w : berat (N)
r : jari-jari lengan gaya pemutar sekrup
F : gaya (N)

Kegiatan

Keuntungan Mekanis Bidang Miring

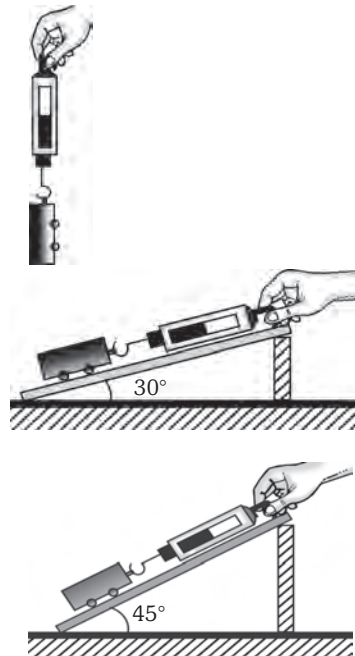
A. Tujuan

Kamu dapat mengetahui posisi bidang miring yang memberikan keuntungan mekanis terbesar.

B. Alat dan Bahan

Troli, tali, papan, busur derajat, dan neraca pegas.

C. Langkah Kerja

1. Ukurlah berat troli dengan neraca pegas!
2. Letakkan bidang miring dengan sudut 30° dari permukaan meja!
3. Susunlah alat seperti gambar atas!
4. Tarik neraca pegas perlahan-lahan searah dengan bidang miring ke atas! Bacalah penunjukkan skala pada neraca pegas!
5. Ulangi langkah 2 – 4 dengan mengubah letak bidang miring membentuk sudut 45° dan 60°!
6. Bandingkan hasil ketiga percobaan di atas! Dengan sudut berapa bidang miring memberikan keuntungan mekanis terbesar?

Soal Kompetensi

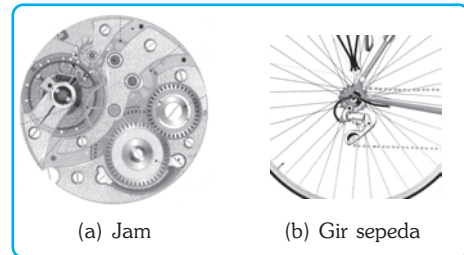
Mana yang lebih mudah, menaikkan barang menggunakan papan dengan kemiringan 30°, 45°, atau 60°? Jelaskan!

Ilmuwan Kecil

Pernahkah kamu pergi bertamasya di daerah pegunungan? Bagaimana bentuk jalan dari bawah sampai ke puncak gunung? Jalan-jalan itu dibuat berkelok-kelok dari bawah sampai ke atas. Coba diskusikan bersama temanmu, mengapa jalan-jalan di pegunungan dibuat berkelok-kelok. Tulislah hasil diskusimu kemudian kumpulkan kepada gurumu!

D. Roda Gigi (Gir)

Roda gigi (gir) termasuk pesawat sederhana yang dapat mengubah besar gaya dan kecepatan putar. Salah satu penerapan roda gigi dalam keseharian adalah roda gigi pada jam mekanis. Jam mekanis terbentuk dari beberapa roda gigi yang saling menggerakkan. Setiap roda gigi memiliki jumlah gigi yang berbeda. Pada jam mekanis, antara roda gigi satu dengan yang lain saling bersentuhan langsung.

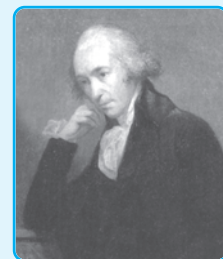
(a) Jam (b) Gir sepeda

Gambar 19.10 Beberapa contoh peralatan yang menggunakan roda gigi.

Penerapan lainnya adalah pada roda belakang sepeda. Roda gigi pada roda bagian belakang dibuat berbagai ukuran dari yang kecil sampai yang besar, hal ini dilakukan untuk menyesuaikan dengan kondisi jalan. Untuk jalan yang mendaki, digunakan roda gigi yang besar agar gaya yang diberikan menjadi lebih besar sehingga saat mengayuh sepeda menjadi lebih ringan. Untuk jalan mendatar atau menurun dipergunakan roda gigi yang lebih kecil sehingga kecepatannya makin tinggi, tetapi hal ini menyebabkan gaya yang diperlukan untuk mengayuh sepeda menjadi lebih besar.

Tokoh

James Watt

James Watt adalah penemu mesin uap, kondensor terpisah, mesin kerja rangkap, gerak sejajar, pengatur kecepatan, dan meter tekanan. Watt lahir di Skotlandia, pada tanggal 19 Januari 1936.

Pada usia 19 tahun, ia pergi ke London untuk belajar membuat alat-alat matematika seperti kompas, kuadran, dan timbangan. Kemudian ia mendirikan perusahaan kecil yang memproduksi alat-alat matematika untuk para mahasiswa dan dosen Universitas Glasgow.

Sumber : Jendela Iptek.

Pada waktu itu sudah ada mesin uap buatan Newcomen. Namun, mesin uap ini memboroskan banyak bahan bakar dan bertenaga kecil. Kemudian Watt menemukan kondensor terpisah, yang menyebabkan mesin uap Newcomen menjadi lebih hemat. Pada tahun 1766, Watt membuat mesin uap yang 75% lebih hemat bahan bakar daripada mesin uap Newcomen. Mesin ini mempergunakan sejenis gir "matahari dan planet" atau disebut *gir episiklik*. Gir ini mengubah gerakan naik – turun piston menjadi gerakan memutar yang mendorong sumbu roda. Gir-gir mesin uap ini terdiri atas gir "planet" yang berputar mengelilingi roda gir yang lebih besar yaitu gir "matahari". Mesin uap Watt ikut menyebabkan timbulnya revolusi industri di Inggris.

James Watt meninggal di Inggris pada tanggal 25 Agustus 1819 dalam usia 83 tahun. Nama Watt kemudian dipakai sebagai nama satuan daya sebagai penghormatan terhadap dirinya yang telah berkarya untuk ilmu pengetahuan.

Rangkuman

1. Pengertian pesawat menurut fisika adalah setiap peralatan yang memudahkan manusia untuk melakukan usaha (kerja).
2. Tuas merupakan pesawat sederhana, dengan tuas orang dapat menggunakan gaya yang kecil untuk memperoleh gaya yang besar yang dapat dipergunakan untuk memindahkan ataupun mengangkat benda.
3. Pada sistem kerjanya, tuas terdiri dari tiga bagian, yaitu beban, titik tumpu, dan kuasa.
4. Katrol terdiri dari katrol tetap, katrol bergerak, katrol kombinasi, dan katrol (roda) bergandar.
5. Roda gigi (gir) termasuk pesawat sederhana yang dapat mengubah besar gaya dan kecepatan putar.

In Tips

Tangga Berjalan (Eskalator)

Kamu tentu pernah melihat tangga yang biasanya terdapat di pusat-pusat perbelanjaan. Berbeda dengan lift yang hanya dapat mengangkut beberapa orang sekali jalan, tangga berjalan (eskalator) dapat mengangkut 10 orang lebih banyak daripada lift. Sekitar 100 tahun yang lalu, orang-

orang di Amerika Serikat menggunakan eskalator pertama di dunia. Alat ini ditemukan oleh Jesse W. Reno, pada tahun 1894.

Sumber : Foto Haryana.

Bagaimana cara kerja eskalator tersebut? Di dalam motor listrik terdapat kekuatan untuk menggerakkan eskalator. Motor menyebabkan rantai terus berputar. Rantai tersebut tidak pernah berhenti, sehingga disebut *rantai yang tidak terputus*. Eskalator terbuat dari lempeng kayu kecil atau logam yang terus berputar pada rantai yang tidak terputus. Tiap lempeng memiliki roda kecil yang makin banyak di sepanjang rel yang ada di bawahnya.

Saat eskalator naik, roda-rodanya akan meluncur di sepanjang rel untuk mendorong setiap lempeng ke pijakan. Rel akan memindahkan pijakan naik satu per satu, seperti tangga. Bagian paling atas tangga akan melebar dan pijakan menjadi rata. Tangga akan ke bawah menggunakan rantai. Pijakan masih tetap rata saat muncul dari bagian bawah eskalator. Rel pegangan yang kamu pegang juga selalu berputar, karena motor yang menjalankan rantai juga menjalankan rel pegangan. Rel pegangan bergerak dengan kecepatan yang sama dengan pijakan yang digerakkan oleh sistem katrol.

Eskalator membawa orang dari lantai bawah ke lantai atas atau dari lantai atas ke lantai bawah. Pijakan yang bergerak sepanjang rantai dan tidak pernah berhenti, digerakkan oleh motor listrik. Roda katrol yang ada di bagian paling atas mempermudah eskalator untuk membawa orang naik atau turun.

(Dikutip seperlunya dari *Cara Bekerjanya Gerakan*, Mandira Jaya Abadi, 1996)

Pelatihan

A. *Pilihlah jawaban yang benar dengan menuliskan huruf a, b, c, atau d di buku tugasmu!*

1. Pesawat sederhana digunakan untuk ....
   a. mempermudah usaha
   b. memperbesar usaha
   c. mengurangi usaha
   d. menghilangkan usaha

2. Berikut ini macam-macam pesawat sederhana, *kecuali* ....
   a. tuas
   b. katrol
   c. bidang miring
   d. bidang datar
3. Di bawah ini termasuk pesawat sederhana, *kecuali* ....
   a. pengungkit
   b. katrol
   c. neraca
   d. bidang miring
4. 1) pengungkit kayu
   2) pengerek bendera
   3) pedal sepeda
   4) pembuka tutup kaleng/botol
   5) tang
   6) timba sumur
   7) kakaktua
   8) gunting
   9) sekrup

   Dari alat-alat di atas yang menggunakan prinsip tuas adalah ....
   a. 3 – 4 – 6 – 7 – 8 – 9
   b. 1 – 2 – 3 – 5 – 6 – 9
   c. 1 – 3 – 4 – 5 – 7 – 8
   d. 2 – 3 – 5 – 6 – 7 – 9
5. Seseorang tidak kuat membuka sekrup dengan kunci pas, untuk memperoleh efek putar yang lebih besar ia harus menggunakan kunci pas yang ....
   a. lebih tipis
   b. lebih besar
   c. lebih panjang
   d. lebih pendek
6. Sebuah bidang miring tingginya 1 m dan panjangnya 5 m. Bila berat benda yang akan dipindahkan 1.880 N, maka gaya yang diperlukan adalah ....
   a. 376 N
   b. 9.400 N
   c. 37,6 N
   d. 940 N

7.

Perhatikan gambar di samping! Besar gaya yang diperlukan untuk mengangkat beban dan keuntungan mekanisnya adalah ....
   a. 50 N dan 1
   b. 25 N dan 2
   c. 50 N dan 2
   d. 25 N dan 4

8.

Perhatikan gambar katrol bergerak dan katrol tetap di samping! Gaya mekanis yang diperlukan dan keuntungan mekanis pada katrol itu adalah ....
   a. 250 N dan 1
   b. 250 N dan 2
   c. 500 N dan 1
   d. 500 N dan 2

9. Tuas yang memiliki keuntungan mekanis terbesar adalah yang lengan beban dan lengan kuasanya memiliki nilai ....

	Lengan Beban	**Lengan Kuasa**
a.	4,5 cm	27 cm
b.	5,0 cm	50 cm
c.	7,5 cm	60 cm
d.	10 cm	75 cm

10. Bila berat beban 1.500 N, maka gaya yang diperlukan untuk mengangkat beban itu bila menggunakan satu katrol bergerak adalah ....
    a. 750 N
    b. 1.500 N
    c. tergantung pada ketinggiannya
    d. 3.000 N

B. Kerjakan soal-soal berikut dengan benar!

1. Linggis dengan panjang 1,5 m digunakan untuk mencabut paku yang tertancap pada kayu. Linggis ditumpu 25 cm dari paku yang akan dicabut. Untuk melepas paku itu digunakan gaya $9,4 \times 10^4$ N. Berapa gaya lekat paku pada kayu? Berapa keuntungan mekanisnya?
2. Benda 200 kg ditarik ke atas. Berapa gaya tarik dan keuntungan mekanisnya jika digunakan:
   a. sebuah katrol tetap;
   b. sebuah katrol bergerak;
   c. sebuah takal yang terdiri dari 4 katrol!

3. Papan sepanjang 3,6 m disandarkan pada bak mobil yang berada 80 cm dari tanah. Papan itu digunakan untuk mendorong peti 90 kg dari tanah ke bak mobil. Berapa keuntungan mekanis dan gaya dorongnya?
4. Sebuah sekrup mempunyai panjang 12 cm yang terbagi atas 48 buah uliran. Jari-jari sekrup itu 1,4 cm. Jika $\pi = \frac{22}{7}$, maka berapa keuntungan mekanis sekrup tersebut?
5. Untuk menaikkan beban 1 ton setinggi 2 m digunakan katrol. Pekerjaan itu dapat diselesaikan dalam waktu 20 detik. Berapa usaha yang dilakukan dan besarnya daya katrol tersebut?

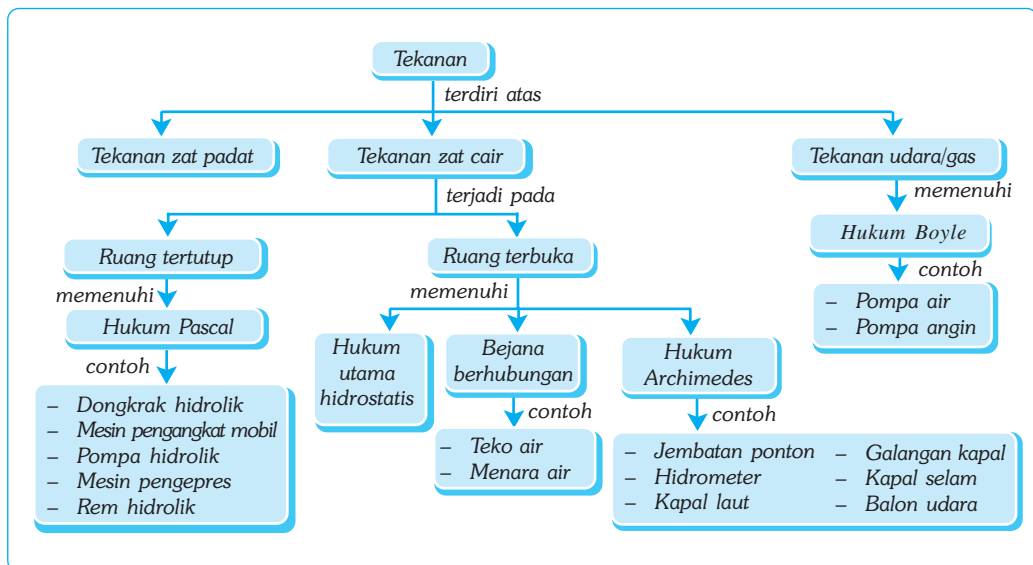
Refleksi

Pelajarilah kembali materi dalam bab ini. Buatlah sebuah rangkuman versimu sendiri. Kamu dapat mencari informasi tambahan di buku-buku yang relevan atau artikel-artikel di internet. Tulis hasil pekerjaanmu di buku tugas, kemudian presentasikan di depan kelas. Mintalah kritik dan saran dari teman-teman dan guru untuk kesempurnaan rangkuman yang kamu buat.

BAB XX TEKANAN

Tujuan Pembelajaran

Kamu dapat menyelidiki tekanan pada benda padat, cair dan gas serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

Peta Konsep

Kata Kunci

- Zat Padat
- Hukum Archimedes
- Hidrostatis
- Zat Cair
- Tekanan
- Gas

Banyak orang yang senang menghabiskan waktu liburannya di gunung yang bersalju. Ketika berjalan di atas salju, kita harus menggunakan sepatu khusus seperti orang pada gambar di atas. Tahukah kamu alasannya?

Pernahkah kamu berjalan di atas tanah yang basah atau berlumpur? Apa yang terjadi pada bagian tanah yang terinjak oleh sepatumu? Ternyata bagian tanah yang terinjak akan tertekan ke bawah. Hal ini disebabkan seluruh berat badanmu menekan tanah melalui sepatumu. Pembahasan mengenai tekanan dikelompokan menjadi tiga, yaitu tekanan pada zat padat, tekanan pada zat cair, dan tekanan pada gas.

Sumber: Mengenal Ilmu.

Gambar 20.1 Tekanan dari tapak kaki dapat menimbulkan jejak kaki di atas salju. Apa saja yang memengaruhi jelas tidaknya jejak kaki yang ditinggalkan?

A. Tekanan pada Zat Padat

Apakah yang disebut tekanan? Faktor-faktor apa saja yang memengaruhi tekanan pada zat padat? Untuk menjawab pertanyaan itu, lakukan kegiatan berikut!

Kegiatan

Faktor-Faktor yang Memengaruhi Tekanan pada Zat Padat

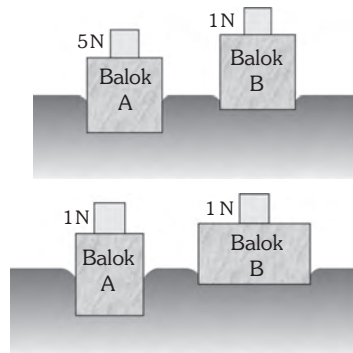
A. Tujuan

Kamu dapat memahami dan menyebutkan faktor-faktor yang memengaruhi tekanan pada zat padat.

B. Alat dan Bahan

Dua buah balok kayu dengan ukuran panjang 15 cm, lebar 10 cm, dan tinggi 5 cm, plastisin, beban dengan berat 1 N dan 5 N.

C. Langkah Kerja

1. Letakkan balok A dan B di atas plastisin dengan posisi alas balok yang sama!
2. Letakkan beban seberat 5 N di atas balok A dan beban 1 N di atas balok B!
3. Angkat kedua balok dan bebannya itu! Apakah ada perbedaan di bekas tempat kedua balok pada plastisin?
4. Letakkan balok A dan B di atas plastisin dengan posisi alas balok yang berbeda!

5. Letakkan beban 1 N di atas balok A dan balok B!
6. Angkat kedua balok dan bebannya itu! Apakah ada perbedaan di bekas tempat kedua balok pada plastisin?
7. Apa kesimpulanmu?

Saat balok A dan B dengan posisi alas balok yang sama diberi berat 5 N dan 1 N, ternyata yang lebih dalam tertanamnya adalah balok A. Jadi, makin besar gaya (berat benda), maka makin besar pula tekanannya. Hal ini menunjukkan tekanan berbanding lurus dengan gaya (berat benda). Sementara itu, saat balok A dan B pada posisi alas berbeda masing-masing diberi beban 1 N, ternyata yang lebih dalam tertanamnya pada plastisin adalah balok A. Jadi, makin kecil luas bidang tekan, maka makin besar pula tekanan yang dihasilkannya. Demikian pula sebaliknya, makin besar luas bidang tekan, maka makin kecil tekanan yang dihasilkannya. Hal ini menunjukkan tekanan berbanding terbalik dengan luas bidang tekan.

Jadi, berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa tekanan suatu benda berbanding lurus dengan gaya dan berbanding terbalik dengan luas bidang tekan. Secara matematis, tekanan dirumuskan sebagai berikut.

$$P = \frac{F}{A}$$

Keterangan:
P : tekanan (N/m^2)
F : gaya atau berat (N)
A : luas bidang tekan (m^2)

Contoh

Sebuah balok memiliki alas 50 cm^2 yang terletak di atas meja dan diberi gaya sebesar 10 N. Berapakah tekanan yang diberikan balok terhadap meja?

Diketahui : A = 50 cm^2 = 0,005 m^2
F = 10 N
Ditanyakan : P = ...?
Jawab :

$$P = \frac{F}{A} = \frac{10}{0{,}005}$$
$$= 10 \times \frac{1.000}{5}$$
$$= 2.000 \text{ N/m}^2$$

Soal Kompetensi

1. Buatlah definisi tentang tekanan dengan menggunakan kata-katamu sendiri!
2. Manakah yang lebih sakit, terinjak sepatu berhak tinggi atau sandal? Berilah alasannya!
3. Menurut penelitian, tekanan yang diberikan wanita yang memakai sepatu hak tinggi lebih besar daripada tekanan yang diberikan kaki seekor gajah. Mengapa hal tersebut bisa terjadi?

B. Tekanan pada Zat Cair

Bila kamu menyelam makin dalam, maka telingamu akan makin sakit. Jika kamu menyemprotkan air dengan selang, ternyata air mampu mendorong benda-benda yang dikenainya. Kejadian di atas membuktikan adanya tekanan dari zat cair. Tekanan pada zat cair dikelompokkan menjadi dua, yaitu tekanan zat cair pada ruang tertutup dan ruang terbuka.

1. Tekanan Zat Cair dalam Ruang Tertutup

Sifat dan wujud zat cair yaitu bentuknya berubah sesuai dengan tempatnya sehingga jika ada tekanan padanya akan diteruskan ke segala arah sama besar.

Misalkan sebuah kantong plastik yang sudah dilubangi dan diisi air kita tekan, tekanan akan diteruskan oleh zat cair dalam ruang tertutup, sehingga air memancar ke segala arah. Berarti tekanan bekerja ke segala arah.

Pernyataan tersebut dikemukakan oleh Blaise Pascal dengan hukumnya yang dikenal dengan hukum Pascal. Blaise Pascal mengemukakan bahwa *"tekanan yang diberikan pada zat cair di dalam ruang tertutup akan diteruskan ke segala arah dan sama besar"*. Pernyataan tersebut, kemudian dikenal dengan Hukum Pascal. Berdasarkan rumus tekanan pada zat padat ($P = \frac{F}{A}$), diperoleh rumus tekanan pada zat cair sebagai berikut.

$$P_1 = P_2 \quad \text{atau} \quad \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \quad atau \quad \frac{F_1}{D_1} = \frac{F_2}{D_2}$$

Keterangan:

P_1, P_2 : tekanan pada penampang 1 dan 2 (N/m^2)
F_1, F_2 : gaya pada penampang 1 dan 2 (N)
A_1, A_2 : luas pada penampang 1 dan 2 (m^2)
D_1, D_2 : diameter pada penampang 1 dan 2 (m)

Contoh

Diketahui sebuah dongkrak hidrolik tabung pertama dengan luas penampang 0,001 m^2 diberi tekanan sebesar 10 N. Jika luas penampang tabung kedua sebesar 0,1 m^2, maka berapakah beban yang dapat diangkat dongkrak tersebut!

Diketahui : $A_1 = 0{,}001\ m^2$ $\quad F_1 = 10$ N

$A_2 = 0{,}1\ m^2$

Ditanyakan : $F_2 = ...?$

Jawab :

$P_1 = P_2$ diketahui $P = \frac{F}{A}$, maka

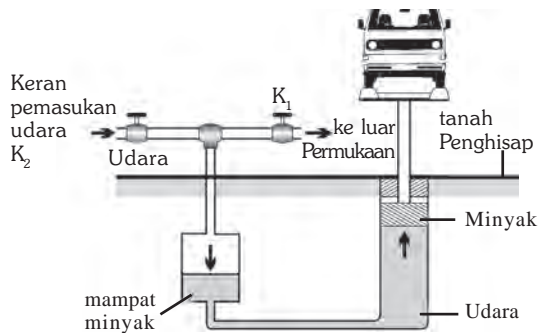
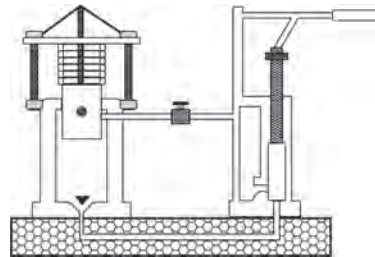
$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \Rightarrow F_2 = \frac{F_1 \times A_2}{A_1}$$

$$= \frac{10 \times 0{,}1}{0{,}001}$$

$$= \frac{0{,}1}{0{,}001}$$

$$= 1000 \text{ N}$$

Jadi, dengan gaya tekan 10 N menyebabkan beban 1.000 N terangkat.

Alat-alat yang prinsip kerjanya menggunakan hukum Pascal, antara lain, dongkrak hidrolik yang digunakan untuk mengangkat mobil saat mengganti ban, rem hidrolik yang digunakan untuk mengurangi laju mobil, dan pompa hidrolik yang digunakan untuk mengepres tebu, kapas, atau besi yang akan didaur ulang.

(a) Alat pengangkat mobil. (b) Pompa hidrolik.

Gambar 20.2 Alat-alat yang menggunakan prinsip hukum Pascal.

Tokoh

Blaise Pascal

Sumber: Jendela Iptek.

Blaise Pascal adalah ahli fisika Prancis, penemu hukum Pascal, pompa hidrolik, kalkulator digital yang pertama, dan ahli matematika. Ia lahir di Clermont Ferrand, Prancis, pada tanggal 19 Juni 1623. Ibunya bernama Antoinette Bagon dan meninggal ketika Pascal baru berumur tiga tahun.

Pada umur 18 tahun, Pascal menciptakan kalkulator digital yang pertama di dunia. Hal ini diilhami dari seringnya ia melihat ayahnya yang sibuk menghitung pajak. Ia bermaksud menjual mesin hitungnya tapi tidak laku karena harganya sangat mahal.

Kesehatannya makin lama makin mencemaskan karena ia terlalu giat bekerja dan belajar. Penyakit kanker yang ia derita, membuat tiada hari yang terlewatkan oleh Pascal tanpa rasa sakit. Ia mendapat nasihat dokter agar hidup santai dan bersenang-senang. Oleh karena itu, ia menghabiskan waktunya untuk bermain kartu. Karena seringnya bermain kartu, ia bersama Fermat menemukan teori probabilitas.

Untuk meringankan rasa sakitnya, ia mengadakan eksperimen-eksperimen. Ia mengulangi percobaan Torricelli. Ia bermain-main dengan air dan menemukan hukum tekanan zat cair. Pascal meninggal di Paris, pada tanggal 19 Agustus 1662 pada umur 39 tahun. Ia percaya bahwa iman lebih luas dan dalam daripada akal budi manusia.

Soal Kompetensi

1. Tekanan termasuk besaran skalar atau vektor? Jelaskan!
2. Buktikan bahwa $\frac{F_1}{D_1} = \frac{F_2}{D_2}$ merupakan persamaan matematis dari hukum Pascal! (D = diameter)!
3. Mengapa konstruksi bendungan waduk makin ke bawah temboknya makin tebal dan bentuknya melengkung ke dalam tidak ke luar?

2. Tekanan Zat Cair dalam Ruang Terbuka

Contoh peristiwa yang menunjukkan adanya tekanan zat cair dalam ruang terbuka, antara lain, peristiwa bendungan sungai yang jebol karena tidak kuat menahan air, dan saat berada di dalam air kamu akan merasa ada yang mendorong badanmu ke atas.

a. Hukum Utama Hidrostatis

Gambar 20.3 Tekanan pada zat cair.

Zat cair dapat memberikan tekanan meskipun zat cair tersebut diam pada suatu tempat. Tekanan yang diakibatkan oleh zat cair yang diam disebut *tekanan hidrostatis*. Tekanan hidrostatis bergantung pada kedalaman atau ketinggian permukaan zat cair, massa jenis zat cair, dan gravitasi bumi. Secara matematis, tekanan hidrostatis dapat dinyatakan dengan persamaan berikut.

$$P = \rho \times g \times h$$

Keterangan:
P : tekanan hidrostatis (N/m^2)
ρ : massa jenis zat cair (kg/m^3)
g : percepatan gravitasi bumi (m/s^2)
h : kedalaman atau ketinggian permukaan zat cair (m)

Contoh

Air yang massa jenisnya 1.000 kg/m^3 berada pada suatu wadah setinggi 0,8 m dan luas alasnya 0,5 m^2. Dengan konstanta gravitasi 9,8 N/kg, maka berapa tekanan pada kedalaman 20 cm dan di dasar serta gaya hidrostatis di dasar?

Diketahui : ρ = 1.000 kg/m^3 A = 0,5 m^2
g = 9,8 N/kg h_1 = 0,2 m
h_2 = 0,8 m

Ditanyakan :
a. P_1 = ...?
b. P_2 = ...?
c. F = ...?

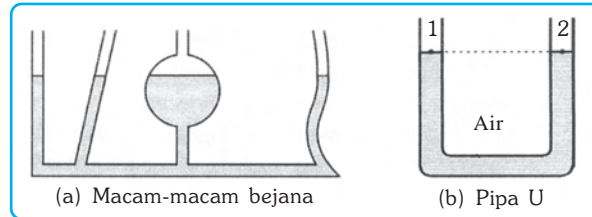
Jawab :

a. $P_1 = \rho \times g \times h_1$
$= 1.000 \times 9,8 \times 0,2$
$= 1.960$ N/m^2

b. $P_2 = \rho \times g \times h_2$
$= 1.000 \times 9,8 \times 0,8$
$= 7.840$ N/m^2

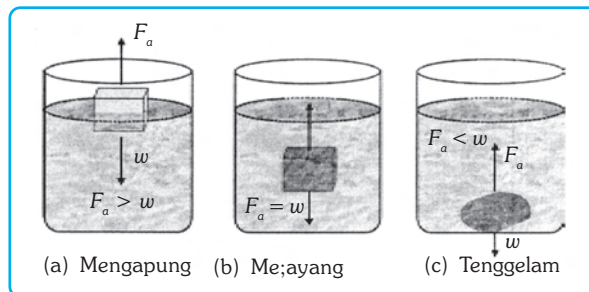
c. $F = P \times A$
$= 7.840 \times 0,5$
$= 3.920$ N

b. Hukum Bejana Berhubungan

Bejana berhubungan adalah dua atau lebih bejana yang bagian atasnya terbuka, sedangkan bagian bawahnya berhubungan satu dengan yang lain. Apabila bejana berhubungan berisikan satu jenis zat cair dan dalam keadaan setimbang, maka permukaan zat cair akan terletak pada satu bidang datar. Pernyataan ini sesuai dengan hukum bejana berhubungan.

Gambar 20.4 Bejana berhubungan.

Hukum bejana berhubungan menyatakan bahwa permukaan zat cair terletak pada satu bidang datar. Namun, hukum bejana berhubungan tidak berlaku apabila bejana berisi lebih dari satu macam zat cair yang tidak dapat bercampur; bejana mempunyai pipa kapiler; zat cair dalam bejana bergerak-gerak; dan tekanan pada bejana tidak sama, misalnya bejana disumbat. Dalam kehidupan sehari-hari, prinsip bejana berhubungan diterapkan pada teko atau cerek, tangki air, dan penyipat datar yang digunakan oleh pekerja bangunan.

c. Hukum Archimedes

Pernahkah kamu menimba air? Apa yang kamu rasakan saat menimba? Timba terasa ringan saat ember masih di dalam air dan terasa berat ketika muncul ke permukaan air. Hal ini disebabkan adanya gaya ke atas dari air yang mengurangi berat ember. Berdasarkan peristiwa tersebut Archimedes menyatakan bahwa suatu benda yang dicelupkan sebagian atau seluruhnya ke dalam zat cair mengalami gaya ke atas yang besarnya sama dengan berat zat cair yang dipindahkan oleh benda tersebut. Peryataan ini dikenal sebagai *hukum Archimedes*. Adanya gaya dalam zat cair menjadikan benda yang dimasukkan ke dalam zat cair mengalami tiga kemungkinan, yaitu terapung, melayang, dan tenggelam.

Gambar 20.5 Keadaan benda di dalam zat cair.

Secara matematis hukum archimedes dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$F_a = w_c$$
$$F_a = m_c \times g$$
$$F_a = \rho_c \times V_c \times g$$

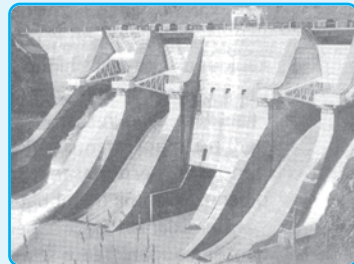
Keterangan:
F_a : gaya Archimedes
w_c : berat zat cair yang ditumpahkan (N)
m_c : massa zat cair yang ditumpahkan (kg)
ρ_c : massa jenis zat cair (kg/m^3)
V_c : volume benda yang tercelup (m^3)
g : percepatan gravitasi bumi (m/s^2)

Contoh

Diketahui massa jenis air 1.000 kg/m^3 dan gravitasi bumi 9,8 m/s^2. Jika ada benda yang tercelup ke dalam air tersebut dengan volume benda yang tercelup 20 m^3, maka berapakah gaya tekan ke atasnya?

Diketahui : g = 9,8 m/s^2
V_c = 20 m^3
ρ_c = 1.000 kg/m^3
Ditanyakan : F_a = ...?
Jawab :
$F_a = \rho_c \times V_c \times g$
$= 1.000 \times 20 \times 9{,}8 = 196.000$ N

Ilmuwan Kecil

Berkunjunglah ke sebuah bendungan besar yang ada di kotamu, bisa waduk atau danau buatan. Amati bentuk bangunan bendungannya, tanyakan kepada petugas yang ada di sana mengapa bentuk bendungannya dibuat demikian. Tuliskan hasil pengamatanmu ke dalam bentuk karya ilmiah dan kumpulkan di meja gurumu!

Sumber: Encarta Encyclopedia.

C. Tekanan pada Gas

Apakah kamu pernah menggunakan sedotan plastik untuk menghisap minuman dari botol atau melihat dokter memasukkan obat ke dalam alat suntik? Tahukah kamu, cara kerja kedua alat itu menggunakan prinsip tekanan pada gas. Tekanan gas dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu tekanan gas pada ruang terbuka dan pada ruang tertutup.

1. Tekanan Gas dalam Ruang Terbuka atau Tekanan Udara

Udara di sekitar kamu merupakan salah satu contoh gas. Udara menempati ruang di atas permukaan bumi yang berupa lapisan yang disebut atmosfer. Atmosfer tidak dapat melayang keluar angkasa karena ditarik oleh gravitasi bumi. Hal inilah yang menyebabkan udara memiliki berat yang menekan ke permukaan bumi ataupun benda-benda yang menghalangi udara.

Besarnya tekanan udara ke bawah adalah seberat dua ekor gajah. Kamu tidak merasakan beratnya tekanan udara itu, karena tekanan udara tersebut ditopang oleh seluruh permukaan tubuhmu sehingga kamu tidak mengalami cidera. Selain itu, udara dalam badanmu juga menekan keluar untuk mengimbangi tekanan udara di luar.

Besarnya tekanan udara di atas permukaan bumi berbeda-beda. Makin tinggi suatu tempat, makin kecil gaya gravitasinya. Hal ini disebabkan makin renggang kerapatan udaranya, makin kecil tekanan udaranya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa setiap kenaikan 100 m dari permukaan laut, tekanan udara berkurang sebesar 1 cmHg. Hubungan antara ketinggian tempat dan tekanan udara dirumuskan sebagai berikut.

$$h = \left(\frac{76\,cmHg - x}{1\,cmHg} \right) \times 100\,meter$$

Keterangan:

h : ketinggian tempat dari permukaan laut (m)

x : tekanan tempat dari permukaan laut (cmHg)

Contoh

Diketahui kota A terletak pada ketinggian 700 m di atas permukaan air laut. Tentukan tekanan udara di kota A!

Diketahui : h = 700 m

Ditanyakan : x = ...?

Jawab :

$$h = \left(\frac{76\,cmHg - x}{1\,cmHg}\right) \times 100\,m$$

$(76 - x) \times 100 = h \times 1$

$7.600 - 100x = 700 \times 1$

$100x = 7.600 - 700$

$100x = 6.900$

$$x = \frac{6.900}{100}$$

$= 69$ cmHg

2. Tekanan Gas dalam Ruang Tertutup

Gas mempunyai bentuk dan volume berubah-ubah sesuai dengan tempatnya. Volume ban sepeda motor dan volume ban mobil tidak sama. Jika ke dalam kedua ban tersebut diisi sejumlah gas dengan volume sama, maka gas dalam ban sepeda motor tentunya memiliki tekanan yang lebih tinggi daripada gas dalam ban mobil. Hal ini menunjukkan adanya hubungan antara tekanan dan volume gas dalam ruang tertutup. Berdasarkan percobaan yang dilakukan Robert Boyle, ilmuwan berkebangsaan Inggris diperoleh kesimpulan bahwa pada suhu yang tetap, hasil kali antara tekanan dan volume gas dalam ruang tertutup selalu tetap. Kesimpulan ini dikenal sebagai hukum Boyle.

Hukum Boyle hanya berlaku dalam kondisi tidak terjadi reaksi kimia dan tidak terjadi perubahan wujud zat. Alat yang menggunakan hukum Boyle adalah pompa tekan (sepeda), pompa isap (air), pipet, dan pipa pindah (siphon). Untuk mengukur tekanan gas dalam ruang tertutup digunakan *manometer*. Secara matematis hukum Boyle dapat ditulis sebagai berikut.

$$k = P \times V$$

Jika $k_1 = k_2$, maka $P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$

Keterangan:

k : konstanta

P : tekanan gas (Pa)

In Tips

Mengapa Puncak Gunung Berapi Berbentuk Kerucut?

Sumber: Encarta Encyclopedia.

Di desa Parrigudien, Meksiko, Februari 1943, terjadi peristiwa alam yang menakjubkan. Di tengah ladang jagung yang subur, tiba-tiba menyembul sebuah gunung berapi. Mula-mula, seorang petani menjumpai tanah di ladangnya seperti terangkat hingga retak-retak, makin lama retakan tanah itu makin melebar, meninggi, mengeluarkan uap panas, dan terdengar suara gemuruh di dalamnya.

Puncak dari peristiwa alam yang menakjubkan sekaligus mengerikan itu adalah terjadi letusan dahsyat dari dalam perut bumi. Material-material dari dalam tanah berupa lava, abu, dan batu-batuan berpijar berhamburan keluar, menumpuk di bagian puncak dan membentuk kerucut. Makin lama puncak yang berbentuk kerucut tersebut makin tinggi. Dalam waktu tiga bulan, tinggi material dan timbunan material dari dalam bumi sudah mencapai ketinggian 300 meter. Dua kota hancur dan daerah yang luas rusak karena hujan lahar dan batu-batuan membara. Sebuah gunung berapi telah terlahir di muka bumi. Peristiwa lahirnya gunung berapi secara menakjubkan tersebut kemudian menjadi objek penelitian para ahli vulkanologi (ilmu kegunungapian) mengenai proses terbentuknya gunung berapi.

Bagian kulit bumi yang terluar adalah kerak batuan yang tebalnya sekitar 16 sampai 48 km. Jika kamu memasuki kerak bumi, akan terasa suhu makin panas. Setiap turun 18 meter, suhu akan meningkat satu derajat celcius. Pada kedalaman 3,2 kilometer di bawah permukaan bumi, suhunya cukup panas untuk mendidihkan air. Jika manusia menggali kerak bumi sampai sedalam 48 kilometer, maka suhunya mencapai 1.200 derajat celcius bahkan lebih. Suhu setinggi ini mampu melelehkan batu-batuan.

Ketika batu-batuan meleleh, maka membutuhkan ruang lebih banyak di dalam bumi. Di bagian-bagian bumi tertentu, keraknya lalu terangkat. Dengan begitu tekanan bagian bawahnya berkurang, dan batuan cair yang disebut magma terus terbentuk di bawahnya. Material dari perut bumi ini lalu keluar melalui retakan yang terjadi saat terangkatnya kerak bumi. Ketika tekanan magma lebih besar daripada batu-batuan di atasnya, maka magma akan menyembur keluar membentuk gunung berapi. Saat terjadi letusan, material gas, cair, dan padat menyembur keluar dengan tekanan tinggi. Material ini kemudian menumpuk di sekitar puncak gunung berbentuk corong atau disebut kawah. Karena itulah semua gunung berapi puncaknya berbentuk kerucut.

(Dikutip seperlunya dari Suplemen Anak *Suara Merdeka*, *Yunior,* Edisi 230 2004)

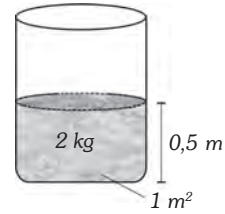
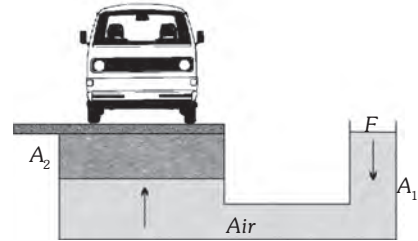
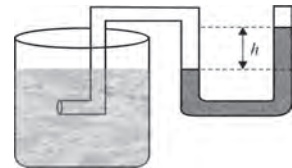
Rangkuman

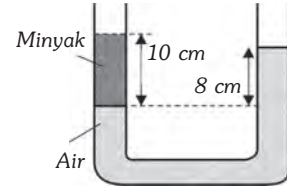
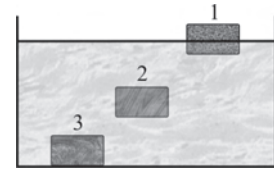
1. Tekanan pada zat padat berbanding lurus dengan gaya dan berbanding terbalik dengan luas bidang tekan.
2. Hukum Pascal menyatakan tekanan yang diberikan pada zat cair di dalam ruang tertutup akan diteruskan ke segala arah dan sama besar.
3. Alat-alat yang prinsip kerjanya menggunakan hukum Pascal, antara lain, dongkrak hidrolik, rem hidrolik, dan pompa hidrolik.
4. Hukum bejana berhubungan menyatakan apabila bejana berhubungan berisikan satu jenis zat cair dan dalam keadaan setimbang, maka permukaan zat cair terletak pada satu bidang datar.
5. Prinsip kerja bejana berhubungan diterapkan antara lain, pada teko atau cerek, tangki air, dan penyipat datar yang digunakan oleh pekerja bangunan.
6. Hukum Archimedes menyatakan suatu benda yang dicelupkan sebagian atau seluruhnya ke dalam zat cair mengalami gaya ke atas yang besarnya sama dengan berat zat cair yang dipindahkan oleh benda tersebut.
7. Alat yang menggunakan prinsip hukum Archimedes, antara lain, hidrometer, galangan kapal, rongga pada badan kapal laut, jembatan ponton, dan tangki pemberat kapal selam.
8. Alat untuk mengukur tekanan udara adalah barometer.
9. Hukum Boyle menyatakan pada suhu yang tetap, hasil kali antara tekanan dan volume gas dalam ruang tertutup selalu tetap.
10. Untuk mengukur tekanan gas pada ruang tertutup digunakan manometer.

Pelatihan

A. *Pilihlah jawaban yang benar dengan menuliskan huruf a, b, c, atau d di buku tugasmu!*

1. Pernyataan yang benar tentang tekanan, *kecuali* ....
   a. jika luas bidang tekannya besar, maka tekanannya besar
   b. kaki ayam tertanam lebih dalam daripada kaki itik saat berjalan di atas lumpur.
   c. jika luas bidang tekannya kecil, maka tekanannya besar
   d. paku yang runcing akan lebih mudah masuk jika dibandingkan dengan paku tumpul.

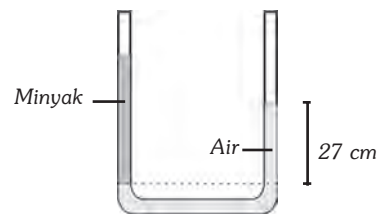
2. Perhatikan gambar di samping! Jika gaya gravitasinya 10 m/s^2, maka besarnya tekanan hidrostatisnya adalah ....
   a. 10 N
   b. 20 N
   c. 30 N
   d. 40 N
3. Dongkrak hidrolik pada gambar di samping memiliki penghisap, dengan luas penampang sebesar A_1 = 2 cm^2 dan A_2 = 2.000 cm^2. Jika berat mobil sebesar 30.000 N, maka besar gaya yang harus diberikan agar mobil terangkat adalah ....

   a. 30 N
   b. 45 N
   c. 60 N
   d. 120 N
4. Diketahui sebuah benda memiliki volume 0,2 m^3 dan berat di udara sebesar 100 N. Jika volume benda tersebut yang dicelupkan ke dalam air sebesar 0,01 m^3, massa jenis air 1.000 kg/m^3, dan g = 10 N/kg, maka besarnya gaya ke atas adalah ....
   a. 2.000 N
   b. 200 N
   c. 100 N
   d. 1 N
5. Udara pada lapisan atmosfer bumi memberikan tekanan karena ....
   a. udara menempati ruang
   b udara memiliki massa
   c. udara mudah bergerak
   d. udara mendapat gaya gravitasi
6. Perhatikan gambar alat Hartl di samping! Jika corong Hartl dimasukkan pada kedalaman tertentu, maka ....

   a. selisih tinggi permukaan zat cair dalam pipa U sama
   b. tinggi permukaan zat cair dalam pipa U tetap
   c. makin dalam corong dimasukkan, makin besar selisih tinggi permukaan zat cair
   d. makin dalam corong dimasukkan, makin kecil selisih tinggi permukaan

7. Perhatikan gambar di samping! Jika massa jenis air sebesar 1 g/cm^3, maka massa jenis minyak sebesar ....

   a. 0,2 g/cm^2
   b. 0,6 g/cm^2
   c. 0,4 g/cm^2
   d. 0,8 g/cm^2
8. Pernyataan di bawah ini merupakan penyebab hukum bejana berhubungan tidak berlaku, *kecuali* ....
   a. bejana dimiringkan
   b. salah satu bejana tertutup
   c. terdapat pipa kapiler
   d. diisi zat cair yang jenisnya berbeda
9. Perhatikan gambar di samping! Benda pada keadaan nomor 3 menunjukkan ....

   a. berat jenis benda > berat jenis air
   b. massa benda > massa air
   c. berat jenis benda < berat jenis air
   d. massa jenis benda > massa jenis air
10. Diketahui massa jenis benda:

   I. 1 g/cm^3
   II. 1,2 g/cm^3
   III. 0,99 g/cm^3
   IV. 0,2 g/cm^3

   Jika massa jenis air = 1 g/cm^3, maka keadaan benda ketika berada di dalam air adalah ....
   a. I tenggelam dan II tenggelam
   b. I melayang dan II tenggelam
   c. III terapung dan IV melayang
   d. I terapung dan IV terapung

B. *Jawablah soal-soal berikut dengan benar!*

1. Mengapa mengupas dengan pisau yang tajam lebih mudah daripada menggunakan pisau tumpul?
2. Mengapa konstruksi bendungan waduk makin ke bawah makin tebal?
3. Sebuah bejana berhubungan diisi air dan minyak seperti pada gambar di samping, massa jenis air 1 g/cm^3 dan massa jenis minyak 0,9 g/cm^3. Jika perbedaan ketinggian air pada kedua kaki bejana sebesar 27 cm, maka berapakah tinggi minyak?

4. Isilah tabel berikut dengan tanda (√), untuk jenis hukum yang dipakai!

No	Nama Alat	Hk. Pascal	Hk. Archimedes	Hk. Hidrostatika
1.	Galangan kapal	...	...	...
2.	Rem hidrolik	...	...	...
3.	Alat Hartl	...	...	...
4.	Hidrometer	...	...	...
5.	Suntikan	...	...	...

5. Mengapa makin tinggi suatu tempat tekanan udaranya makin rendah?

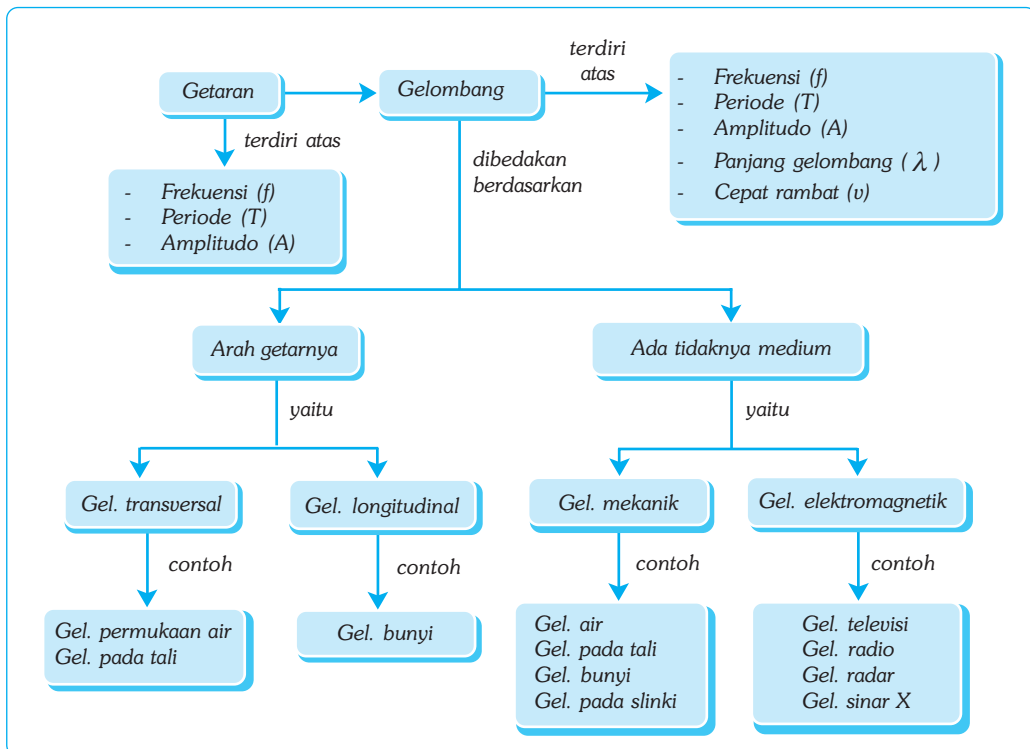
Refleksi

Pelajarilah kembali materi dalam bab ini. Selidikilah perbedaan berat benda di udara dan di air. Jika perlu lakukan pengamatan atau percobaan sederhana. Catat hasil yang kamu peroleh, presentasikan di depan kelas dan adakan tanya jawab. Buatlah kesimpulan dan kumpulkan di meja guru!

Bab XXI GETARAN DAN GELOMBANG

Tujuan Pembelajaran

Kamu dapat mendeskripsikan konsep getaran dan gelombang serta parameter-parameternya.

Peta Konsep

Kata Kunci

- Getaran
- Amplitudo
- Gelobang Transversal
- Gelombang Longitudinal
- Gelombang
- Frekuensi

Dalam kehidupan sehari-hari, kamu sering menjumpai gejala getaran dan gelombang. Hampir semua benda bila dipukul akan bergetar, sedangkan getaran yang merambat disebut gelombang. Kamu bisa menikmati radio dan televisi karena adanya gelombang elektromagnetik. Dalam bab ini kamu mempelajari mengenai getaran dan gelombang.

Sumber: Foto Haryana.

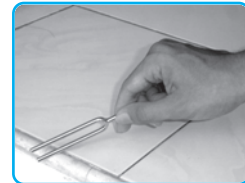
Gambar 21.1 Saat memancing ikan menggunakan perahu, kamu harus diam. Karena sekecil apapun gerakan yang kamu timbulkan dapat menyebabkan getaran pada air. Getaran ini akan diteruskan oleh air ke segala arah, yang pada akhirnya dideteksi oleh indra ikan yang sensitif. Akibatnya, ikan akan menjauhi umpan yang terpasang pada kail.

A. Getaran

1. Pengertian Getaran

Getaran merupakan gerakan bolak-balik secara teratur (periodik) di sekitar titik kesetimbangan. Bila garputala dipukul, lalu daunnya dipegang, apa yang terjadi? Ya, tangan kamu terasa bergetar. Hal ini menunjukkan bahwa garputala tadi setelah dipukul menjadi bergetar. Senar gitar dipetik, kentongan dipukul, seruling ditiup, semuanya itu merupakan contoh-contoh benda yang mengalami getaran. Coba kamu sebutkan contoh lain benda yang bergetar!

Sumber: Foto Haryana.

(a) Senar gitar dipetik menjadi bergetar

Sumber: Foto Haryana.

(b) Garputala dipukul menjadi bergetar

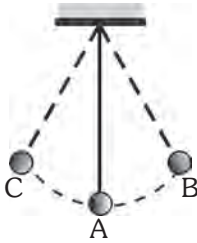
Gambar 21.2 Benda yang bergetar dapat kita rasakan

2. Ciri Getaran

Ciri suatu getaran ditandai dengan adanya amplitudo, frekuensi, dan periode. *Amplitudo* (A) merupakan simpangan terbesar suatu getaran. *Frekuensi* suatu getaran (f) didefinisikan sebagai banyaknya getaran yang terjadi pada setiap satu satuan waktu. Dalam Satuan Internasional (SI), frekuensi dinyatakan dalam satuan *hertz* (Hz), dengan ketentuan 1 Hz = 1 getaran/sekon. Sementara itu, *periode* getaran (T) didefinisikan sebagai waktu yang diperlukan suatu benda untuk melakukan satu kali getaran. Dalam SI, periode dinyatakan dalam sekon (s). Secara matematis dapat ditulis sebagai berikut.

$$f = \frac{n}{t} \text{ dan } T = \frac{t}{n} \quad \text{atau} \quad T = \frac{1}{f} \text{ dan } f = \frac{1}{T}$$

Keterangan:

f : frekuensi (Hz)
T : periode (s)
n : banyaknya getaran
t : waktu yang diperlukan (s)

Gambar 21.3 Getaran pada ayunan sederhana.

Keterangan :

Gerakan dari C - A - B - A - C merupakan satu getaran.

Jarak A - C dan A - B merupakan amplitudo.

Contoh

Jika diketahui sebuah benda bergetar dengan periode $\frac{1}{200}$ s, maka hitunglah frekuensinya!

Diketahui : $T = \frac{1}{200}$ s

Ditanyakan : $f = \dots ?$

Jawab :

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{\frac{1}{200}} = 200 \text{ Hz}$$

Jadi, frekuensi benda tersebut adalah 200 Hz.

Soal Kompetensi

1. Apa yang kamu ketahui tentang getaran? Jelaskan!
2. Mengapa para peniup terompet harus menggetarkan bibirnya untuk membunyikan terompetnya?
3. Sebutkan beberapa keuntungan dari benda-benda yang bergetar!

Tokoh

Heinrich Rudolf Hertz Yano

Hertz adalah ahli fisika terkenal dari Jerman setelah Maxwell, pada zamannya. Hertz menunjukkan keberadaan gelombang radio pada akhir tahun 1880-an. Dia menggunakan alat yang disebut kumparan induksi untuk menghasilkan tegangan tinggi.

Sumber: Jendela Iptek.

Salah satu *transmitter* pertama ciptaannya terdiri atas dua kumparan kecil dengan celah bunga api. Arus yang berbolak-balik cepat dalam bunga api di ujung-ujung kumparan menghasilkan gelombang radio. Untuk mendeteksi gelombang tersebut, Hertz menggunakan *receiver* yang terdiri atas dua batang dengan celah bunga api sebagai antena penerima. Bunga api melompati celah dimana gelombang tersebut diambil. Hertz menunjukkan bahwa sinyal-sinyal tersebut bersifat gelombang elektromagnetik. Hertz menjadi orang terkenal setelah melakukan percobaan tersebut. Untuk menghormatinya, nama Hertz dipakai untuk satuan frekuensi.

Ilmuwan Kecil

Lakukan percobaan berikut di rumah secara berkelompok!

A. Tujuan

Kamu dapat mendeskripsikan getaran.

B. Alat dan Bahan

Ember berukuran sedang, balon karet yang besar, tali, beras, dan *radiotape*.

C. Langkah Kerja

Percobaan 1

1. Robek balon karet sehingga menjadi lembaran, kemudian rentangkan secara kuat pada mulut ember dan ikat dengan tali agar tidak lepas, anggap itu sebagai gendang!
2. Tebarkan beberapa butir beras di atas selaput gendang yang telah kalian buat!
3. Ketuklah selaput gendangmu perlahan-lahan!
4. Apa yang terjadi?

Percobaan 2

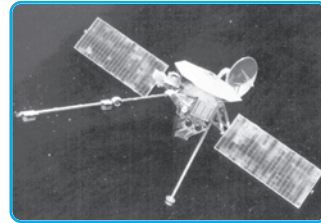
1. Hidupkan radio, besarkan volumenya sampai terdengar suara yang keras, yang ditandai apabila tangan didekatkan ke pengeras suara pada radio tersebut, maka tanganmu akan terasa bergetar!
2. Tiup balon dan ikat ujungnya, kemudian pegang dengan ujung-ujung jarimu dan dekatkan ke radio!
3. Apakah kamu merasakan balon bergetar? Coba jauhkan balon sedikit demi sedikit, sampai seberapa jauh getaran balon karena suara radiomu masih terasa!

Berdasarkan percobaan di atas buatlah sebuah tulisan mengenai getaran. Sertakan analisismu dari hasil percobaan di atas agar tulisanmu lebih menarik!

B. Gelombang

Pernahkah kamu terkena gelombang air laut? Bagaimana rasanya saat kamu terkena gelombang air laut tersebut? Kamu pasti pernah mendengarkan radio, melihat acara televisi, dan menelepon teman atau saudara yang berada di tempat yang jauh. Pernahkah kamu berpikir, bagaimana semua itu bisa terjadi?

(a) Pesawat televisi

(b) Pesawat telepon

(c) Satelit radio dan televisi

Sumber: Kamus Visual.

Gambar 21.4 Berbagai teknologi yang memanfaatkan gelombang.

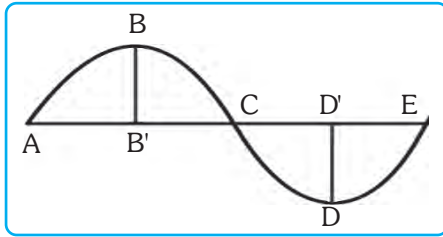
Sebegitu pentingnya gelombang, hingga banyak segi kehidupan manusia yang memanfaatkannya. Tidak dapat dibayangkan apa yang terjadi di zaman yang serba elektronik ini, jika tidak ada gelombang sebagai media komunikasi. Gelombang adalah getaran atau usikan yang merambat, sedangkan zat perantara atau mediumnya tetap.

1. Jenis Gelombang

Gelombang dapat dikelompokkan berdasarkan perantara dan arah getarnya. Berdasarkan ada tidaknya perantara, gelombang dibedakan menjadi dua, yaitu gelombang mekanik dan gelombang elektromagnetik.

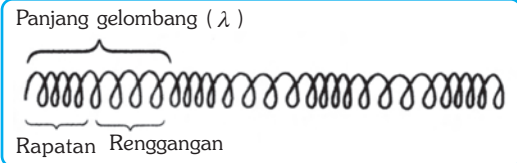
a. *Gelombang mekanik* adalah gelombang yang perambatannya memerlukan zat perantara/medium. Contoh gelombang mekanik, antara lain, gelombang air, gelombang pada tali, gelombang pada slinki, dan gelombang bunyi.
b. *Gelombang elektromagnetik* adalah gelombang yang perambatannya tidak memerlukan medium atau zat perantara. Contoh gelombang elektromagnetik, antara lain, cahaya, gelombang radio, gelombang televisi, gelombang radar, gelombang sinar X, dan sinar *rontgen*.

Sedangkan berdasarkan arah getarannya, gelombang dibedakan menjadi dua, yaitu gelombang transversal dan gelombang longitudinal.

a. *Gelombang transversal* adalah gelombang yang arah getarnya tegak lurus terhadap arah rambatannya. Gelombang transversal dapat merambat secara sempurna pada zat padat, tetapi kurang sempurna pada zat cair, dan tidak dapat merambat pada gas. Contoh gelombang transversal adalah gelombang permukaan air dan gelombang tali.

Gambar 21.5 Pola bukit dan lembah pada gelombang transversal.

Keterangan:

B	: puncak gelombang
D	: dasar gelombang
A, C, E	: titik simpul
C-D-E	: lembah gelombang
B-B', D-D'	: amplitudo
A-B'-C-D'-E	: panjang gelombang (λ)
A-B-C-D-E	: satu gelombang
A-C, C-E	: setengah gelombang

b. *Gelombang longitudinal* adalah gelombang yang arah getarannya sejajar dengan arah rambatannya. Gelombang longitudinal dapat merambat pada zat padat, cair, maupun gas. Gelombang longitudinal terdiri atas rapatan dan renggangan. Satu gelombang pada gelombang longitudinal terdiri atas satu rapatan dan satu renggangan. Contoh gelombang longitudinal adalah gelombang bunyi.

Gambar 21.6 Bentuk gelombang longitudinal pada slinki

2. Hubungan Panjang Gelombang, Frekuensi, dan Cepat Rambat Gelombang

Gelombang merupakan getaran yang merambat, sehingga dalam perambatannya gelombang memerlukan waktu. Waktu yang digunakan untuk menempuh jarak satu panjang gelombang (λ) disebut *periode* (T), sedangkan banyaknya gelombang yang terjadi setiap sekon disebut *frekuensi gelombang* (f). Jarak yang ditempuh gelombang setiap satu satuan waktu disebut *cepat rambat gelombang* (v). Oleh karena itu, dari definisi cepat rambat gelombang diperoleh hubungan antara cepat rambat gelombang, panjang gelombang, dan periode yang dapat dituliskan sebagai berikut.

$$v = \frac{\lambda}{T} \quad \text{atau} \quad v = \lambda \times f$$

Keterangan:

v : cepat rambat gelombang (m/s)
λ : panjang gelombang (m)
T : periode (s)
f : frekuensi gelombang (Hz)

Contoh

Diketahui suatu gelombang memiliki panjang 0,75 m dan frekuensi 200 Hz. Berapakah cepat rambatnya?

Diketahui : λ = 0,75 m $\quad$ f = 200 Hz

Ditanyakan : v = ... ?

Jawab :

$v = \lambda \times f = 0{,}75 \times 200 = 150$ m/s

Jadi, cepat rambat gelombang tersebut adalah 150 m/s.

Soal Kompetensi

1. Apa yang kamu ketahui tentang gelombang?
2. Apakah perbedaan antara gelombang mekanik dengan gelombang elektromagnetik?
3. Sebutkan contoh-contoh gelombang transversal dan longitudinal!

Rangkuman

1. Getaran adalah gerak bolak-balik sebuah benda secara periodik di sekitar titik setimbang.
2. Frekuensi adalah banyaknya getaran yang terjadi setiap satu satuan waktu.
3. Periode adalah waktu yang diperlukan benda untuk melakukan satu kali getaran.
4. Gelombang adalah getaran atau usikan yang merambat.
5. Gelombang mekanik adalah gelombang yang perambatannya memerlukan medium atau zat perantara.
6. Gelombang elektromagnetik adalah gelombang yang perambatannya tidak memerlukan medium atau zat perantara.
7. Gelombang transversal adalah gelombang yang arah getarannya tegak lurus terhadap arah rambatnya.
8. Gelombang longitudinal adalah gelombang yang arah getarannya searah dengan arah rambatannya.

In Tips

Energi dan Gelombang

Apabila bandul berayun ulang-alik atau berosilasi, ia memiliki energi dalam jumlah yang tetap. Jenis energi tersebut berubah-ubah antara energi potensial pada tiap-tiap ujung ayunannya dan energi gerak pada titik tengahnya. Benda berosilasi dapat menghantarkan sebagian atau seluruh energinya ke objek lain dengan gerakan gelombang. Misalnya, apabila air dibuat berosilasi, energi osilasinya tersebar di permukaan sekitarnya dalam bentuk gelom-

bang karena molekul-molekul air memengaruhi molekul-molekul sekelilingnya. Bunyi dan cahaya menyebar dengan cara yang serupa.

Pernahkah kamu mendengar pembangkit listrik tenaga gelombang? Bagaimana cara kerjanya? Apabila matahari memanasi bumi, maka akan terbentuk angin. Sebagian energi angin menimpa permukaan laut dan menimbulkan gelombang, seperti tiupan yang menimpa genangan air akan menimbulkan riak.

Sumber: Jendela Iptek.

Sulter dukcs, alat ini digunakan sebagai pembangkit listrik tenaga gelombang. Pernahkah kamu melihatnya?

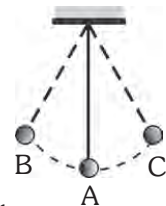
Gelombang mengambil sebagian energi gerak angin dan energi inilah yang digunakan untuk membangkitkan listrik. Alat yang digunakan untuk menangkap energi gelombang itu disebut *Sulter Ducks*, yaitu alat yang berupa layar yang diletakkan di laut atau danau yang besar. Peralatan ini saling terkait dan terapung membentuk garis lurus sehingga ujungnya saling menyongsong ombak yang datang. Larik-larik *Sulter Ducks* menyerap banyak energi yang terbawa ombak, dan mengangguk-angguk jika gelombang menerpanya. Gerakan ini akan menggerakkan pompa yang mendorong zat air yang berada di dalamnya ke generator untuk membangkitkan listrik.

Begitu besarnya kekuatan energi yang tersimpan dalam gelombang. Coba kamu cari pemanfaatan gelombang yang berguna bagi kehidupan manusia selain yang telah diceritakan di atas!

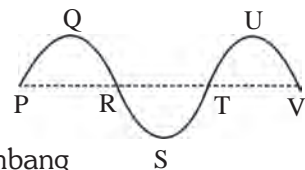
Pelatihan

A. *Pilihlah jawaban yang benar dengan menuliskan huruf a, b, c, atau d di buku tugasmu!*

1. Perhatikan gambar ayunan sederhana di samping! Satu getaran adalah gerakan bandul yang melewati titik-titik ....

   a. A-B-A-C-A
   b. A-B-A-C
   c. A-B-A
   d. A-B

2. Peristiwa di bawah ini yang termasuk gerak periodik, *kecuali* ....
   a. bumi berputar pada porosnya
   b. denyut jantung
   c. mobil berjalan lurus
   d. gerak jarum jam

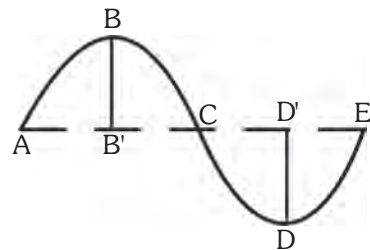
3. Perhatikan gambar gelombang di samping! Pernyataan berikut benar, *kecuali* ....

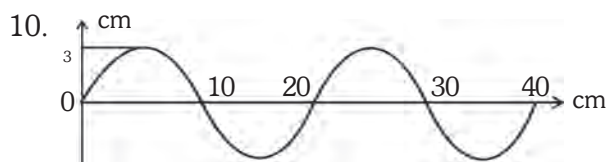
   a. 1 gelombang bila telah melalui Q-R-S-T-U
   b. 1¼ gelombang bila telah melalui P-Q-R-S-T-U
   c. jarak titik Q dan U merupakan panjang gelombang
   d. simpangan terjauh P dengan V merupakan amplitudo

4. Gelombang laut dapat menenggelamkan kapal. Hal ini disebabkan ....
   a. gelombang sangat berbahaya
   b. gelombang merambat dengan medium air
   c. gelombang merambat dengan kecepatan tinggi
   d. gelombang membawa energi yang besar
5. Perhatikan tabel berikut!

No	Amplitudo	Periode	Frekuensi
1.	10	0,05 s	20 Hz
2.	30	0,05 s	20 Hz
3.	60	0,05 s	20 Hz

   Dari data di samping dapat disimpulkan bahwa ....
   a. periode tergantung pada amplitudo
   b. amplitudo tergantung pada frekuensi
   c. frekuensi tidak tergantung pada amplitudo
   d. periode tidak tergantung pada frekuensi
6. Dari gambar di atas, yang dimaksud dengan amplitudo gelombang ditunjukkan oleh huruf ....

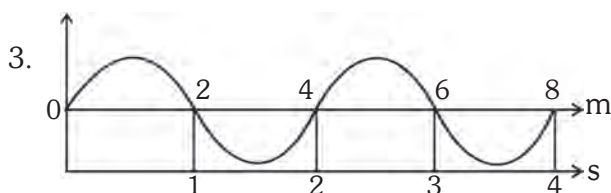
   a. A-B'
   b. C-D'
   c. E-D
   d. D-D'
7. rapatan rapatan rapatan

   renggangan renggangan

   Perhatikan gambar di atas! Gelombang longitudinal yang panjangnya 1 m terdiri atas 3 rapatan dan 2 regangan. Panjang gelombangnya adalah ....
   a. 2 m
   b. 1 m
   c. 1/2 m
   d. 2/5 m
8. Dua belas ribu getaran terjadi dalam 5 menit dan merambat melalui suatu medium. Bila panjang gelombang 0,6 m, maka cepat rambat gelombangnya adalah ....
   a. 24 m/s
   b. 18 m/s
   c. 12 m/s
   d. 6 m/s
9. Gelombang air laut melaju di samping kapal dengan kecepatan 50 m/s. Jarak antara bukit dan lembah gelombang yang berurutan adalah 10 m, maka besar frekuensi gelombangnya adalah ....
   a. 500 Hz
   b. 60 Hz
   c. 2,5 Hz
   d. 0,2 Hz

10.

Periode dan cepat rambat gelombang di atas adalah ....

a. 2 s dan 1 m/s
b. 1 s dan 2 m/s
c. 2 s dan 2 m/s
d. 4 s dan 6 m/s

B. *Jawablah soal-soal berikut dengan benar!*

1. Mengapa ayunan bandul sederhana makin lama makin mengecil dan akhirnya berhenti?
2. Jelaskan cara membuktikan bahwa materi-materi dalam medium tidak ikut merambat bersama gelombang!
3.

   Jika cepat rambat gelombang 160 cm/s, berapakah:
   a. panjang gelombangnya,
   b. amplitudonya, dan
   c. frekuensinya?
4. Sebuah pegas menghasilkan gelombang longitudinal dengan jarak rapatan dan renggangan yang berurutan adalah 20 cm. Bila frekuensinya 25 Hz, tentukanlah:
   a. panjang gelombang,
   b. periode gelombang, dan
   c. cepat rambat gelombang!
5. Dalam waktu 20 sekon melintas 5 gelombang di sisi kapal. Bila jarak antara 2 puncak gelombang yang berurutan 40 m, berapakah cepat rambat gelombangnya?

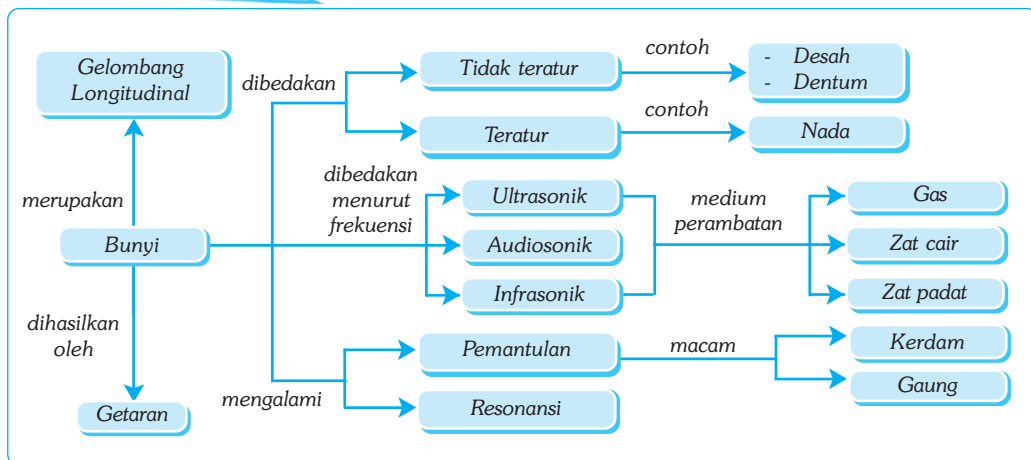
Refleksi

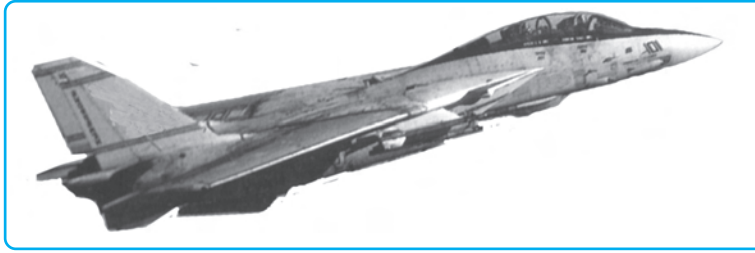
Pelajarilah kembali materi dalam bab ini. Sekarang, identifikasikan berbagai macam gelombang yang kamu ketahui. Carilah contoh penerapannya di dalam kehidupan sehari. Buatlah laporan berdasarkan kegiatan ini dan kumpulkan di meja guru!

Bab XXII BUNYI

Tujuan Pembelajaran

Kamu dapat mendeskripsikan konsep bunyi dalam kehidupan sehari-hari.

Peta Konsep

Kata Kunci

- Bunyi
- Resonansi
- Nada
- Pemantulan
- Frekuensi
- Audiosonik

Sumber: CD Clipart.

Gambar 22.1 Manusia telah memiliki teknologi sedemikian canggih. Pesawat tempur ini bisa terbang dengan kecepatan 5 mach atau 5 kali kecepatan suara. Berapa kali kamu bisa pulang pergi dari Jakarta ke Surabaya dalam sehari, jika menggunakan pesawat ini?

Setiap hari kamu tidak bisa lepas dari sesuatu yang disebut bunyi. Saat berjalan, kamu mendengar suara langkah. Ketika di rumah, kamu mendengar suara radio, *tape recorder*, burung berkicau, ayam berkokok, orang berbicara, dan sebagainya. Bahkan, di malam yang sunyi pun kamu masih dapat mendengar suara jengkerik dan detakan jarum jam dinding. Jadi, dapat dikatakan di setiap tempat di muka bumi, kamu tidak bisa lepas dari bunyi. Bayangkan bila tidak ada bunyi, bumi tentu akan sunyi senyap.

A. Sumber Bunyi

Bunyi ada yang enak didengar dan ada pula bunyi yang tidak enak didengar bahkan dapat merusak suatu benda. Suara musik atau penyanyi yang merdu tentu enak didengarkan. Namun, bising suara mesin pabrik, petir yang menggelegar, dan suara pesawat terbang tentu sangat mengganggu. Semua benda yang menghasilkan bunyi disebut *sumber bunyi*.

1. Pengertian

Kamu harus banyak bersyukur atas nikmat yang sudah diberikan Tuhan Yang Maha Kuasa, yaitu sepasang telinga. Karena telinga kamu dapat mendengar bunyi di sekitarmu. Pernahkah kamu berpikir tentang hakikat bunyi? Bagaimana kamu dapat mendengar bunyi? Untuk menjawab pertanyaan tersebut, coba kamu lakukan kegiatan berikut!

Kegiatan

Bunyi

A. Tujuan

Kamu dapat memahami hakikat bunyi.

B. Alat dan Bahan

Gitar, garpu tala, air, dan baskom.

C. Langkah Kerja

1. Sentuhlah tenggorokanmu dengan ujung jarimu, kemudian berbicaralah! Apa yang kamu rasakan?
2. Petiklah salah satu senar gitar, kemudian peganglah senar tersebut! Apa yang kamu rasakan?
3. Pukulkan ujung garpu tala, kemudian peganglah ujungnya! Apa yang kamu rasakan? Pukulkan lagi garpu tala, lalu sentuhkan ujungnya pada permukaan air di dalam baskom! Apa yang terjadi?

Sumber: Foto Haryana.

Ternyata pada waktu kamu berbicara kemudian tenggorokan kamu sentuh dengan jari tangan, maka jari tangan kamu bisa merasakan adanya getaran. Getaran itu akan hilang ketika kamu berhenti berbicara. Pada senar gitar yang dipetik, ketika senar kamu pegang, tangan kamu merasakan adanya getaran. Bila terus kamu pegang, lama-kelamaan getaran akan berkurang kemudian hilang hingga kamu tidak bisa merasakannya lagi. Demikian pula garpu tala yang kamu pukul akan berbunyi. Bila ujung garpu tala disentuh terasa adanya getaran. Bunyi tersebut akan hilang bila ujung garpu tala tidak lagi bergetar. Getaran garpu tala akan terlihat jelas ketika kamu sentuhkan pada permukaan air di mana pada permukaan air tersebut akan terbentuk pola gelombang. Uraian tersebut menunjukan bahwa bunyi dihasilkan atau ditimbulkan oleh benda yang bergetar.

2. Perambatan Bunyi

Gelombang bunyi termasuk gelombang mekanik, yaitu gelombang yang memerlukan medium dalam perambatannya. Oleh karena itu, bunyi tidak dapat merambat di ruang hampa. Medium yang diperlukan bunyi untuk merambat dapat berupa gas, zat cair, dan padat. Makin rapat medium perambatannya, makin kuat bunyi yang terdengar. Ada tiga syarat terdengarnya bunyi, yaitu sumber bunyi, medium perantara, dan pendengar.

Sumber: Jendela Iptek.

Gambar 22.2 Bunyi petir terdengar sesaat setelah terlihat kilat, hal ini menunjukan bahwa bunyi merambat memerlukan waktu.

Pada waktu bapak atau ibu guru berbicara di depan kelas, kamu dapat mendengar apa yang dibicarakan. Hal ini menunjukkan bahwa bunyi dapat merambat melalui gas (udara). Pada waktu kamu menyelam di sebuah kolam renang, lalu kamu ambil dua buah batu dan saling dipukulkan, maka kamu akan mendengar bunyi saat keduanya beradu. Hal ini menunjukkan bahwa bunyi dapat merambat melalui zat cair (air). Perambatan bunyi melalui zat padat dapat ditunjukkan bila telingamu ditempelkan pada pagar besi, lalu temanmu mengetuk ujung pagar yang lain secara perlahan, maka dapat kamu dengar suara tersebut.

3. Cepat Rambat Bunyi

Ketika hari hujan, sering terjadi petir. Sebenarnya cahaya dan bunyi petir terjadi secara bersamaan, tetapi kamu sering melihat cahaya (kilat) selalu terlihat lebih dahulu sebelum bunyi (guntur) terdengar ke telinga kamu. Peristiwa ini menunjukkan bahwa gelombang bunyi merambat dari sumber bunyi ke telinga pendengar memerlukan waktu dikarenakan adanya jarak antarkeduanya.

Bunyi merupakan salah satu bentuk gelombang sehingga sifat-sifat bunyi sama dengan sifat-sifat gelombang. Bunyi memiliki frekuensi (f), periode (T), panjang gelombang (λ), amplitudo (A), dan cepat rambat bunyi (v). Cepat rambat bunyi merupakan perbandingan antara jarak yang ditempuh dengan selang waktu. Secara matematis, cepat rambat bunyi di berbagai medium dapat dituliskan sebagai berikut.

$$v = \frac{s}{t} \text{ atau } v = \lambda \times f \text{ atau } v = \frac{\lambda}{T}$$

Keterangan:

v : cepat rambat bunyi (m/s)
s : jarak sumber bunyi ke pendengar (m)
t : waktu tempuh (s)
λ : panjang gelombang bunyi (m)
f : frekuensi bunyi (Hz)
T : periode bunyi (s)

Contoh

Hitung cepat rambat bunyi dalam air, bila jarak 4.320 m ditempuh selama 3 s oleh gelombang suara!

Diketahui : s = 4.320 m t = 3 s

Ditanyakan : v = ... ?

Jawab :

$$v = \frac{s}{t} = \frac{4.320}{3} = 1.440 \text{ m/s}$$

Jadi, cepat rambat bunyi di dalam air adalah 1.440 m/s.

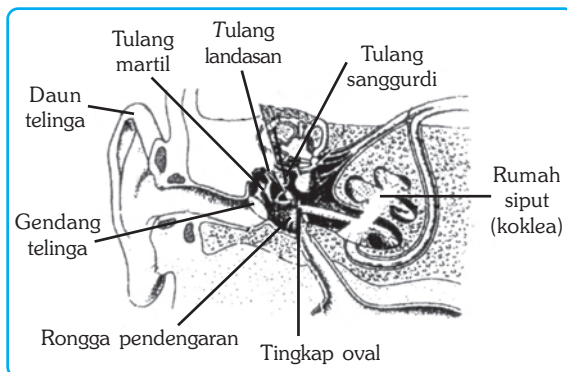
4. Resonansi

Sumber: Foto Haryana, Encarta Encyclopedia.

Gambar 22.3 Kentongan, gitar, dan kendang menerapkan prinsip resonansi.

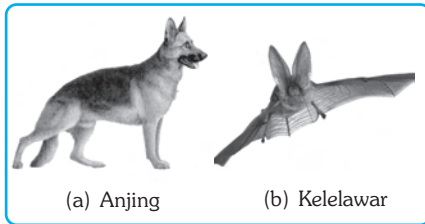
Resonansi merupakan peristiwa ikut bergetarnya suatu benda disebabkan oleh adanya benda lain yang bergetar. Resonansi terjadi apabila frekuensi benda yang bergetar sama dengan frekuensi alami benda yang turut bergetar.

Resonansi sangat bermanfaat karena dapat memperkuat bunyi asli. Alat-alat musik yang menerapkan peristiwa resonansi, antara lain, gamelan, kentongan, seruling, gitar, kendang, biola, dan harmonika. Selain itu, resonansi juga dapat merugikan. Bunyi yang kuat sekali dapat merusak gendang telinga, rnemecahkan kaca, atau bahkan merobohkan gedung. Suara ledakan bom dapat memecahkan kaca jendela dan pintu rumah/gedung di sekitar ledakan.

5. Batas Pendengaran Manusia

Gambar 22.4 Bagian-bagian telinga manusia.

Di depan telah dijelaskan bahwa bunyi merupakan getaran benda yang merambat ke segala arah sebagai gelombang longitudinal. Oleh karena itu, bila kamu berada di sekitar sumber bunyi, gelombang bunyi tersebut masuk melalui telinga luar dan selanjutnya menggetarkan gendang telinga. Getaran gendang ini dilewatkan *tingkap oval* melalui *tulang martil, landasan,* dan *sanggurdi* yang semuanya berfungsi sebagai penguat tekanan bunyi. Dari tingkap oval, tekanan bunyi diteruskan oleh cairan dalam *koklea* ke saraf dan dikirim ke otak. Di otak, berbagai macam bunyi tersebut dapat dibedakan.

Manusia diberi kesempurnaan dalam hidupnya. Tuhan memberi alat pendengaran yang sempurna. Namun, di balik kesempurnaan tersebut, ada keterbatasan dan di balik keterbatasan tersebut tersimpan kenikmatan. Tidak semua

bunyi dapat kamu dengar. Telinga manusia hanya dapat menangkap bunyi yang memiliki frekuensi antara 20 Hz sampai 20.000 Hz. Bunyi yang frekuensinya antara 20 Hz - 20.000 Hz disebut *audiosonik*. Bunyi yang frekuensinya kurang dari 20 Hz disebut *infrasonik*, sedangkan bunyi yang frekuensinya di atas 20.000 Hz disebut *ultrasonik*.

Gambar 22.5 Contoh hewan yang dapat mendengar bunyi infrasonik dan ultrasonik.

Umumnya, makin bertambah usia manusia, batas pendengarannya makin berkurang sehingga tidak heran bila kakek atau nenek kamu sudah tidak bisa mendengar orang yang berbisik-bisik atau orang yang berbicara pelan. Selain itu, pendengaran manusia juga dapat rusak karena faktor lain, misalnya infeksi, atau sering mendengar suara yang sangat keras. Selain itu juga bisa disebabkan karena sering terkena benturan di sekitar telinga. Salah satu cara melindungi telinga adalah dengan memakai penutup telinga guna meredam suara bising di sekitarnya.

Bila telinga kamu dapat mendengar semua bunyi tanpa batas, maka dunia ini akan terasa sangat ramai sebab bunyi yang sangat lemah pun dapat didengar sehingga kamu akan sulit tidur. Itulah sebabnya, Tuhan membatasi kepekaan pendengaran manusia.

Ada beberapa jenis hewan yang dapat mendengar bunyi infrasonik dan ultrasonik. Jangkrik dan anjing dapat mendengar bunyi infrasonik. Anjing juga dapat mendengar bunyi ultrasonik. Karena ketajaman pendengaran anjing, maka banyak orang yang memanfaatkan anjing untuk menjaga rumah.

Contoh hewan lain yang dapat memancarkan gelombang ultrasonik adalah kelelawar. Pada waktu terbang, kelelawar mengeluarkan bunyi yang frekuensinya lebih dari 20.000 Hz yang tidak dapat didengar manusia. Bila bunyi ultrasonik ini menumbuk rintangan, maka bunyi akan dipantulkan dan segera didengar oleh kelelawar tersebut sehingga kelelawar akan mengubah arah terbangnya. Itulah sebabnya, meskipun kelelawar tidak dapat melihat, mereka tidak akan menabrak pohon atau benda-benda lainnya saat terbang di malam hari.

Soal Kompetensi

1. Apakah yang menyebabkan terjadinya bunyi?
2. Jelaskan dengan bahasamu mengenai karakteristik gelombang bunyi!
3. Apa yang memengaruhi cepat rambat bunyi?
4. Mungkinkah seorang penyanyi bisa memecahkan gelas dengan suaranya? Jelaskan alasanmu!
5. Mengapa setiap kali melalui jembatan, barisan tentara dibubarkan?

B. Nada

Nada adalah bunyi yang frekuensinya teratur atau jumlah getaran tiap detiknya selalu tetap. Misalnya, bunyi yang dihasilkan oleh alat-alat musik seperti gitar, piano, dan garpu tala. Sementara itu, bunyi yang frekuensinya tidak teratur disebut *desah*. Misalnya, bunyi ombak, bunyi angin, dan bunyi air hujan. Adapun bunyi keras yang masih dapat didengar oleh telinga manusia disebut *dentum*. Misalnya, bunyi senapan, bunyi bom, dan bunyi petasan.

Nada memiliki tangga nada dan interval nada. Tangga nada atau deret nada adalah urutan nada-nada berdasarkan besar frekuensi dari yang terendah sampai tertinggi. Sedangkan interval nada adalah perbandingan frekuensi nada-nada. Nada yang dihasilkan oleh suatu alat musik mempunyai karakteristik tertentu. Kamu dapat membedakan nada yang dihasilkan oleh piano, gitar, seruling, suara laki-laki atau perempuan, meskipun frekuensinya sama. Dua bunyi yang frekuensinya sama, tetapi kedengarannya berbeda disebut *warna bunyi* atau *timbre*.

Perbandingan antara frekuensi nada dasar c dengan nada-nada lainnya adalah sebagai berikut.

c	d	e	f	g	a	b	c
24	27	30	32	36	40	45	48
prime	sekunde	terts	kuart	kuint	sext	septime	oktaf

Artinya :

d : c = 27 : 24 = 9 : 8 (sekunde)
e : c = 30 : 24 = 5 : 4 (terts)
f : c = 32 : 24 = 4 : 3 (kuart)
g : c = 36 : 24 = 3 : 2 (kuint)
a : c = 40 : 24 = 5 : 3 (sext)
b : c = 45 : 24 = 15 : 8 (septime)
c' : c= 45 : 24 = 2 : 1 (oktaf)

Contoh

JIka perbandingan frekuensi sebuah nada dengan nada c adalah 320 Hz : 240 Hz, tentukan nada tersebut!

Jawab :

Misalkan nada tersebut adalah x, maka
x : c = 320 Hz : 240 Hz
x : c = 4 : 3

Perbandingan 4 : 3 merupakan interval kuart, yaitu perbandingan antara f : c. Jadi, nada tersebut adalah nada f.

Orang yang pertama kali menyelidiki frekuensi yang dihasilkan oleh senar-senar yang bergetar adalah Marsenne. Ia menggunakan alat yang disebut *sonometer*. Sonometer merupakan alat yang digunakan untuk menyelidiki hubungan antara frekuensi, panjang senar, tegangan senar, dan jenis bahan senar. Berdasarkan penyelidikannya, Marsenne membuat kesimpulan yang kemudian dikenal sebagai hukum Marsenne. Secara matematis hukum Marsenne ditulis sebagai berikut.

$$f = \frac{1}{2l}\sqrt{\frac{F}{A \times \rho}}$$

Keterangan:
f : frekuensi (Hz)
F : tegangan senar (N)
ρ : massa jenis senar (kg/m^3)
l : panjang senar (m)
A : luas penampang senar (m^2)

Berdasarkan hukum Marsenne dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

a. Makin panjang senar yang digunakan, makin rendah frekuensi yang dihasilkan; dan makin pendek senar yang digunakan, makin tinggi frekuensi yang dihasilkan.
b. Makin besar luas penampang senar, makin rendah frekuensi yang dihasilkan; dan makin kecil luas penampang senar, makin tinggi frekuensi yang dihasilkan.
c. Makin besar tegangan senar, makin tinggi frekuensi yang dihasilkan; dan makin kecil tegangan senar, makin rendah frekuensi yang dihasilkan;
d. Makin besar massa jenis senar, makin tinggi frekuensi yang dihasilkan.

Soal Kompetensi

1. Sebutkan bunyi hukum Marsenne!
2. Kamu dapat membedakan alat-alat musik dari bunyi yang ditimbulkan, meskipun pada not yang sama, mengapa?
3. Sebutkan contoh alat-alat musik yang memakai senar dan kolom udara!
4. Apa kegunaan hukum marsenne?
5. Apakah yang memengaruhi frekuensi alami seutas senar

Ilmuwan Kecil

Pernahkah kalian melihat penggembala sapi? Para penggembala sapi kadang melecutkan cambuknya hingga keluar bunyi yang amat keras untuk menakuti sapi-sapinya. Mengapa bisa terdengar bunyi yang amat keras? Untuk dapat menjawabnya, lakukan kegiatan berikut dirumah secara berkelompok!

A. Tujuan

Kamu dapat membuat sonik boom kecil (bunyi ledakan).

B. Alat dan Bahan

Sebatang kayu kecil dengan panjang 60 cm, tali yang kuat dengan panjang ± 65 cm, gunting, dan isolasi.

C. Langkah Kerja

1. Ikatkan tali pada ujung tongkat kayu dan amankan dengan isolasi!
2. Carilah tempat yang terbuka di luar rumahmu!
3. Lecutkan cambukmu sampai terdengar suara yang keras!
4. Lakukan berulang kali sampai terdengar suara yang paling keras!
5. Apa yang terjadi pada ujung cambukmu setelah terdengar bunyi keras?

Buatlah sebuah tulisan berbentuk artikel atau karya ilmiah dari apa yang telah kamu lakukan di atas, sertakan analisisnya agar tulisanmu lebih menarik dan kumpulkan di meja gurumu!

C. Pemantulan Bunyi

Salah satu sifat gelombang adalah dipantulkan (refleksi). Bunyi merupakan salah satu bentuk gelombang sehingga bunyi juga dapat dipantulkan. Pemantulan bunyi terjadi bila menumbuk permukaan-permukaan yang keras seperti lereng gunung dan dinding gedung.

1. Macam-Macam Bunyi Pantul

a. Bunyi Pantul Memperkuat Bunyi Asli

Bunyi pantul dapat memperkuat bunyi asli bila dinding pemantul letaknya sangat dekat dengan sumber bunyi sehingga bunyi pantul hampir bersamaan dengan bunyi asli. Misalnya, bunyi pengeras suara di dalam gedung terdengar lebih keras daripada di tempat terbuka dan bila kamu menyanyi di dalam kelas, terdengar lebih keras dibanding bernyanyi di halaman kelas. Kuat lemahnya bunyi dipengaruhi oleh empat faktor, yaitu amplitudo, jarak sumber bunyi dengan pendengar, resonansi, dan ada tidaknya dinding pemantul.

b. Gaung atau Kerdam

Bila kamu berada di dalam gedung dan berteriak, maka suaramu akan di pantulkan oleh dinding, lantai, dan langit-langit gedung tersebut. Selang waktu bunyi asli dan bunyi pantul cukup singkat. Pemantulan seperti ini disebut *gaung* atau *kerdam*. Jadi, gaung atau kerdam adalah bunyi pantul yang sebagian terdengar bersamaan dengan bunyi asli.

Gaung atau kerdam merugikan, karena bunyi yang kamu dengar menjadi tidak jelas. Untuk menghindarkan terjadinya gaung, pada dinding-dinding gedung bioskop, studio rekaman, dan gedung pertemuan, dilapisi dengan peredam bunyi, seperti kain wol, kapas, karpet, karet, dan karton.

Sumber: 8 Kota Terbesar di Dunia.

Gambar 22.6 Gedung pertunjukan dilengkapi peredam untuk menghindari gaung atau kerdam.

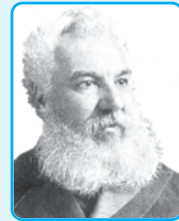
c. Gema

Bila kamu berdiri cukup jauh di depan tebing atau gedung yang tinggi kemudian kamu berteriak, maka kamu akan mendengar bunyi dua kali secara berurutan. Bunyi pertama adalah bunyi asli dan bunyi kedua adalah bunyi pantul. Jadi, bunyi pantul terdengar setelah bunyi asli diucapkan. Gejala semacam ini disebut *gema*. Gema dapat digunakan untuk memperkirakan jarak dinding pemantul terhadap sumber bunyi.

Alexander Graham Bell

Sumber: Jendela Iptek.

Bell adalah ilmuwan fisika serba bisa dari Skotlandia, yang menjadi guru bagi orang tuli, dan guru besar di Universitas Bastor. Ia dilahirkan pada tanggal 3 Maret 1847 di Edinburgh, Skotlandia.

Bell kecil tidak pernah sekolah di TK dan SD. Ia di didik oleh ibunya di rumah. Sebagian besar pengetahuan dan keahliannya ia peroleh dari belajar sendiri. Pada usia 29 tahun, Bell menemukan telepon. Bell menjadi kaya raya, tetapi tetap sederhana. Ia lebih bangga disebut guru bagi kaum tunarungu daripada disebut penemu telepon. Karena kedermawanannya, Bell mendirikan biro Volta untuk menolong kaum tunarungu. Ia juga mendirikan pengamat bintang dan menerbitkan majalah ilmiah. Bell meninggal pada usia 75 tahun setelah banyak berkarya.

2. Manfaat Pemantulan Bunyi

Seiring dengan perkembangan ilmu dan teknologi, sekarang banyak orang yang memanfaatkan pemantulan bunyi. Pemanfaatan pemantulan bunyi, antara lain, untuk kacamata tunanetra, USG, meratakan campuran susu atau logam, membunuh bakteri, dan mengukur kedalaman laut.

a. Kacamata Tunanetra

Kacamata tunanetra dilengkapi dengan pemancar dan penangkap gelombang ultrasonik sehingga seorang tunanetra yang memakai kacamata ini dapat berjalan tanpa menggunakan tongkat. Pembuatan kacamata ini menggunakan prinsip pancaran dan penerimaan gelombang ultrasonik.

b. Memusnahkan Bakteri pada Makanan yang Diawetkan

Ada beberapa jenis bakteri yang tidak tahan terhadap gelombang ultrasonik sehingga gelombang ini dapat digunakan untuk memusnahkan bakteri patogen pada makanan kemasan. Sebelum dikemas, makanan tersebut terlebih dulu dipancari dengan gelombang ultrasonik.

c. USG (Ultrasonografi)

Untuk mendeteksi penyakit dalam tubuh pasien, dokter menggunakan alat USG (ultrasonografi). Alat ini memanfaatkan gelombang ultrasonik. Jadi, organ-organ di dalam tubuh manusia dapat dilihat melalui alat ini. Bahkan keadaan bayi dalam kandungan pun juga dapat dideteksi dengan USG.

d. Mengukur Kedalaman Laut

Teknik pantulan ultrasonik dapat digunakan untuk mengukur kedalaman laut. Pada dinding kapal bagian bawah dipasang alat yang dapat memancarkan gelombang ultrasonik. Alat ini disebut *fathometer*.

Saat gelombang ultrasonik mengenai dasar laut, gelombang tersebut akan dipantulkan dan diterima oleh penerima gelombang ultrasonik. Berdasarkan pengukuran selang waktu antara saat gelombang ultrasonik dipancarkan dan saat diterima, dapat diketahui kedalaman laut tersebut.

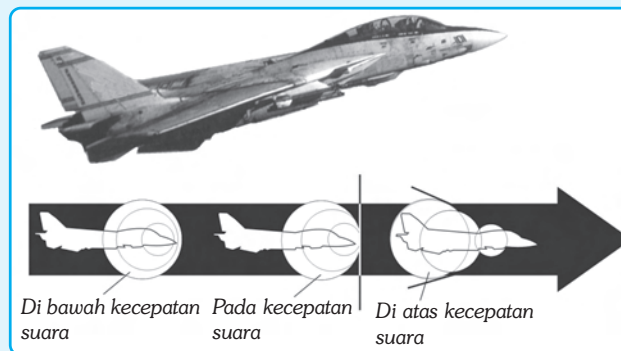
Soal Kompetensi

1. Sebutkan beberapa manfaat pemantulan bunyi selain yang telah disebutkan di depan!
2. Amati gambar di samping, jelaskan cara kerja gema yang digunakan untuk mencari ikan!
3. Mengapa di dalam ruangan kosong, gema terdengar lebih keras daripada ruangan yang berisi sofa, kasur, dan barang-barang lainnya?

Rangkuman

1. Bunyi ditimbulkan oleh getaran benda yang merambat melalui medium dengan kecepatan tertentu. Bunyi merupakan gelombang longitudinal.
2. Syarat terjadi dan terdengarnya bunyi ada tiga, yaitu ada sumber bunyi, ada medium (zat perantara), dan ada pendengar (penerima bunyi).
3. Cepat rambat bunyi dipengaruhi oleh medium dan suhu.
4. Cepat rambat bunyi paling besar melalui zat padat.
5. Makin tinggi suhu medium, makin besar cepat rambat bunyi.

6. Berdasarkan frekuensinya, bunyi dibedakan menjadi 3 macam, yaitu:
   a. infrasonik : bunyi yang frekuensinya kurang dari 20 Hz,
   b. audiosonik : bunyi yang frekuensinya 20 Hz - 20.000 Hz, dan
   c. ultrasonik : bunyi yang frekuensinya di atas 20.000 Hz.
7. Bunyi yang frekuensinya teratur disebut nada, sedangkan bunyi yang frekuensinya tidak teratur disebut desah.
8. Resonansi adalah peristiwa ikut bergetarnya suatu benda karena getaran benda lain yang frekuensinya sama.
9. Keras lemahnya bunyi ditentukan oleh amplitudo sedangkan tinggi rendahnya bunyi ditentukan oleh frekuensi.
10. Gaung (kerdam) adalah bunyi pantul yang terdengar sebagian bersamaan dengan bunyi asli sehingga bunyi asli menjadi tidak jelas.
11. Gema adalah bunyi pantul yang terdengar setelah bunyi asli.

Supersonik

Seiring dengan kemajuan teknologi, manusia bisa menyelam lebih dalam daripada ikan dan bisa terbang lebih tinggi daripada burung. Bahkan sekarang manusia bisa terbang melebihi kecepatan suara (± 1.188 km/jam) yang ditimbulkannya sampai 5 atau 6 kalinya.

Pesawat terbang supersonik dibuat dengan bahan dan rancangan khusus, karena saat terbang dengan melebihi kecepatan suara, suhu di luar badan pesawat bisa mendidihkan air dalam teko kalian. Saat terbang, pesawat supersonik mengejar rambatan gelombang suara di depannya dan mendorong gelombang itu sehingga terbentuk rintangan udara yang termampatkan di depan pesawat. Saat kecepatan pesawat terus ditambah, maka akan terjadi suara kejut yang berbentuk kerucut yang menyebar di belakang pesawat. Gelombang kejut ini bisa merusak gedung, serta memecahkan kaca dan benda-benda lainnya.

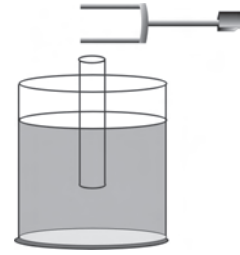
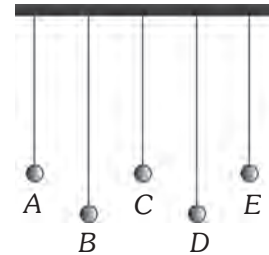
Karena pengaruh yang ditimbulkan itu, maka pesawat supersonik hanya diperbolehkan terbang melebihi kecepatan suara di atas samudra. Setelah bisa mengalahkan kecepatan suara, saat ini manusia bermimpi untuk bisa terbang setara atau lebih dengan kecepatan cahaya (3×10^8 m/s).

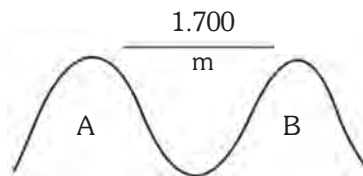
Jika keinginan ini terwujud, maka perjalanan antar bintang yang selama ini diimpikan akan makin dekat dengan kenyataan. Melakukan tamasya ke Mars atau planet lain yang indah akan menjadi hal yang biasa. Bisakah kalian membantu mewujudkannya?

Pelatihan

A. *Pilihlah jawaban yang benar dengan menuliskan huruf a, b, c, atau d di buku tugasmu!*

1. Cepat rambat bunyi tergantung dari hal-hal berikut, *kecuali* ....
   a. jenis medium
   b. suhu
   c. massa jenis medium
   d. tinggi rendahnya tempat
2. Bunyi petir terdengar 5 sekon setelah terlihat kilat. Bila laju bunyi 340 m/s, maka jarak pengamat ke petir adalah ....
   a. 85 km
   b. 1,7 km
   c. 8,5 km
   d. 17 km
3. Kedalaman laut diukur dengan teknik pantulan gelombang ultrasonik. Bila selang waktu pengiriman dan penerimaan gelombang ultrasonik adalah 4 sekon dan cepat rambat bunyi di dalam air 1.400 m/s, maka kedalaman laut tersebut adalah ....
   a. 350 m
   b. 700 m
   c. 2.800 m
   d. 5.600 m
4. Berikut pemanfaatan gelombang ultrasonik, *kecuali* ....
   a. mendeteksi perkembangan janin
   b. mengukur kedalaman laut
   c. meratakan campuran logam
   d. mengukur jarak bumi - bulan
5. Tinggi rendahnya bunyi tergantung pada ....
   a. amplitudo
   b. cepat rambat bunyi
   c. frekuensi bunyi
   d. panjang gelombang
6. Faktor-faktor yang memengaruhi besarnya frekuensi sebuah dawai adalah ....
   a. panjang dawai, massa dawai, dan jenis bahan dawai
   b. massa dawai, jenis bahan dawai, dan luas penampang dawai
   c. jenis bahan dawai, luas penampang dawai, dan panjang dawai
   d. luas penampang dawai, panjang dawai, dan massa dawai
7. Bila frekuensi nada a = 440 Hz, maka frekuensi nada c adalah ....
   a. 297 Hz
   b. 300 Hz
   c. 330 Hz
   d. 264 Hz

8. Perhatikan gambar di samping! Bila cepat rambat bunyi di udara 340 m/s dan resonansi pertama terjadi pada saat panjang kolom udara 20 cm, maka frekuensi garpu tala sebesar....
   a. 1.700 Hz
   b. 900 Hz
   c. 450 Hz
   d. 425 Hz

9. Perhatikan gambar di samping! Jika bandul C diayunkan, maka bandul yang akan turut berayun adalah ....
   a. *A* dan *E*
   b. *B* dan *D*
   c. *A* dan *B*
   d. *D* dan *E*
10. Gema terjadi karena perisitiwa ....
   a. penguatan bunyi
   b. pelemahan bunyi
   c. pemantulan bunyi
   d. resonansi

B. *Jawablah soal-soal berikut dengan benar!*

1. Sebutkan manfaat pemantulan bunyi!
2. Diketahui suatu nada mempunyai frekuensi 600 Hz. Tentukan frekuensi nada yang sama tetapi dua oktaf lebih tinggi!
3.

   Pada suatu malam di bukit A seseorang menembakkan senapan. Pengamat di bukit B mendengar suara letusan 5 sekon setelah terlihat kilatan api. Bila jarak kedua bukit 1.700 m, maka berapakah cepat rambat bunyi pada waktu itu?
4. Sebuah garpu tala bergetar di atas permukaan air dan terjadi resonansi ke-2. Jika panjang gelombang bunyi garpu tala 76 cm, maka tentukan tinggi kolom udara!
5. Saat kamu melihat kejadian ledakan yang keras atau mendengar suara yang keras, kamu harus membuka mulut, mengapa?

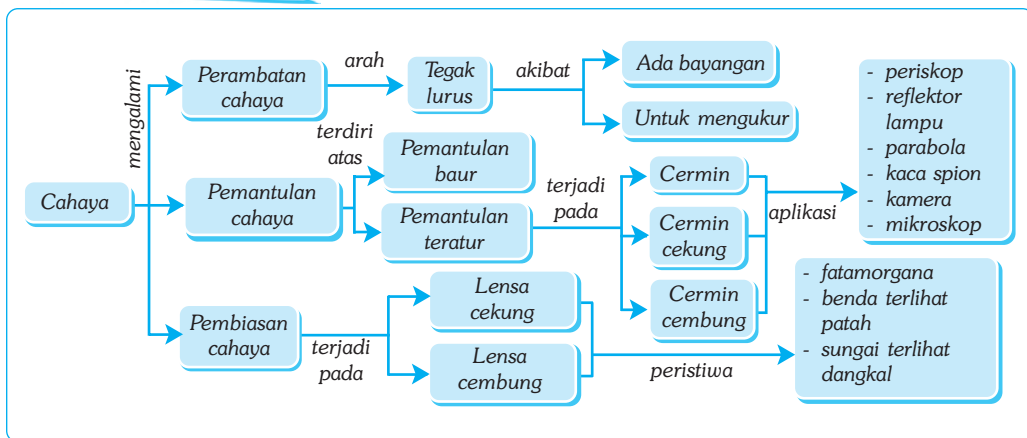
Refleksi

Pelajarilah kembali materi dalam bab ini. Carilah beberapa alamat situs di internet yang membahas mengenai bunyi. Catat hasilnya di buku tugas dan kumpulkan di meja guru!

Bab XXIII CAHAYA

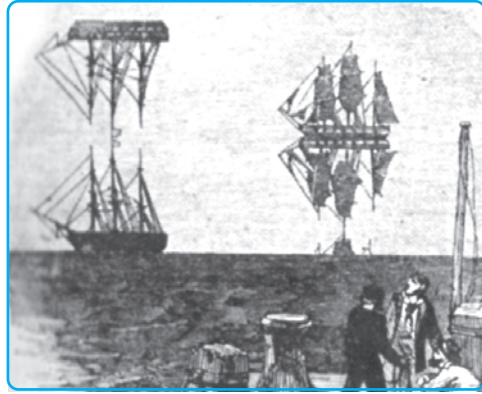
Tujuan Pembelajaran

Kamu dapat menyelidiki sifat-sifat cahaya dan hubungannya dengan berbagai bentuk cermin dan lensa.

Peta Konsep

Kata Kunci

- Pemantulan Cahaya
- Cermin Datar
- Cermin Cekung
- Perambatan Cahaya
- Pembiasan Cahaya
- Cermin Cembung
- Lensa Cekung
- Lensa Cembung

Kita tidak dapat dipisahkan dengan cahaya. Bayangkan bila suatu tempat tidak ada cahaya! Tentu tempat tersebut akan gelap gulita sehingga benda apa pun yang terletak di tempat itu tidak akan terlihat, bahkan tangan yang ada di depan mata kita pun tidak akan terlihat.

Apakah cahaya itu? Pada hakikatnya, cahaya tidak dapat kita tangkap dan kita amati wujudnya seperti benda-benda yang lain. Cahaya adalah gelombang elektromagnetik, yaitu gelombang yang merambat tanpa medium (zat perantara). Oleh karena itu, cahaya dapat merambat di dalam ruang hampa udara (vakum).

Sumber: Jendela Iptek.

Gambar 23.1 Lukisan di atas benar-benar terjadi. Cahaya bisa berbelok tanpa harus melewati dua zat berbeda. Udara dingin dan udara panas dapat berperilaku seperti dua zat yang berbeda. Coba sebutkan sesuatu yang luar biasa dari gambar tersebut!

A. Perambatan Cahaya

Benda yang dapat memancarkan cahaya disebut sumber cahaya seperti matahari, nyala lilin, dan lampu pijar. Benda yang tidak dapat memancarkan cahaya sendiri disebut benda gelap, seperti planet, bulan, dan batu. Pernahkah kamu menggunakan suatu sumber cahaya? Bagaimanakah bentuk lintasan cahaya dari sumber cahaya tersebut? Untuk mengetahuinya kamu dapat mengamati seberkas cahaya matahari yang melewati celah di rumahmu atau yang melewati genting kaca. Kamu juga dapat mengamati berkas sinar matahari yang melalui pepohonan di pagi atau sore hari yang cerah.

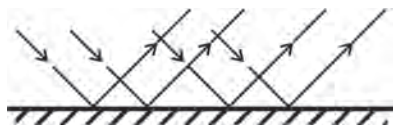
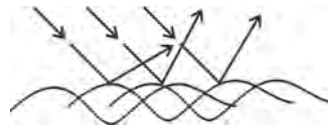
Apa yang terjadi jika cahaya terhalang oleh suatu benda? Jika benda yang menghalangi cahaya adalah benda seperti kaca atau plastik yang bening, maka sebagian besar cahaya akan diteruskan. Namun, jika benda yang menghalangi cahaya adalah benda-benda yang tidak tembus cahaya, seperti kayu, bola, manusia, maka cahaya akan tertahan, sehingga di belakang benda tersebut akan terbentuk bayang-bayang benda. Bayang-bayang seperti ini dapat kamu amati pada pertunjukan teater wayang atau wayang kulit.

B. Pemantulan Cahaya

Coba amati meja, kursi, papan tulis, atau gambar yang tertempel di dinding kelasmu! Kebanyakan benda-benda tersebut tidak terkena sinar matahari secara langsung, tetapi kamu tetap bisa melihatnya. Hal ini dikarenakan cahaya mempunyai sifat dapat dipantulkan. Pantulan cahaya tersebut mengenai benda-benda di dalam ruang kelasmu sehingga dapat masuk ke matamu. Willebrod Snellius, ilmuwan dari

Belanda, menyatakan hukum pemantulan cahaya sebagai berikut *"sinar datang, sinar pantul, dan garis normal terletak pada satu bidang datar; Sudut datang besarnya sama dengan sudut pantul"*.

Ditinjau dari arah sinar pantulnya, pemantulan cahaya dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu pemantulan teratur dan pemantulan baur.

a. Pemantulan teratur adalah pemantulan cahaya yang terjadi pada permukaan yang rata dimana berkas sinar (cahaya) pantulnya mempunyai arah yang teratur (sama). Contohnya, pemantulan cahaya pada cermin.
b. Pemantulan baur (difusi) adalah pemantulan cahaya yang terjadi pada permukaan yang tidak rata, dimana berkas sinar (cahaya) pantulnya mempunyai arah yang tidak teratur (baur). Contohnya, pemantulan cahaya pada tembok, kayu, dan tanah.

(a) Pemantulan teratur

(b) Pemantulan baur

Gambar 23.2 Macam-macam pemantulan.

1. Cermin Datar

Cermin datar terbuat dari kaca yang salah satu permukaannya dilapisi emulgram perak, sehingga tidak tembus cahaya dan dapat memantulkan hampir semua cahaya yang mengenainya. Cermin datar adalah cermin yang permukaannya berupa bidang datar.

Bagaimana proses pembentukan bayangan pada cermin datar? Untuk memahaminya, lakukanlah kegiatan berikut ini!

Sumber: Foto Haryana.

Gambar 23.3 Salah satu manfaat cermin datar.

Bayangan pada Cermin Datar

A. Tujuan

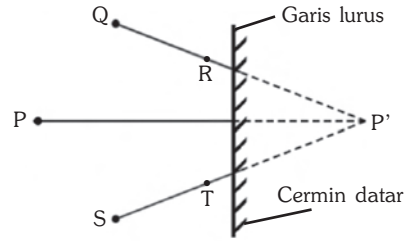
Kamu dapat mengetahui pembentukan bayangan pada cermin datar.

B. Alat dan Bahan

Cermin datar, kertas, pensil, mistar, dan lima buah jarum pentul.

C. Langkah Kerja

1. Buatlah sebuah garis lurus pada kertas dengan menggunakan mistar!
2. Letakkan cemin di atas garis tersebut!
3. Tancapkan jarum pentul di titik P dan Q sembarang di depan cermin (seperti Gambar 7.9)!

4. Tutuplah salah satu matamu, lalu perhatikan bayangan jarum P, yaitu P' melalui Q, kemudian tancapkan jarum pentul di dekat cermin di titik R, hingga P', Q, dan R terletak pada satu garis lurus!

Pembentukan bayangan pada cermin datar

5. Tancapkan jarum pentul di titik S di depan cermin, lalu dengan menutup satu mata, perhatikan bayangan jarum P, yaitu P' melalui S, kemudian tancapkan jarum pentul di dekat cermin dititik T hingga P', S, dan T terletak pada satu garis lurus!
6. Ambillah cermin datar, kemudian buatlah garis yang menghubungkan titik S dan T, demikian juga Q dan R!
7. Perpanjanglah garis ST dan juga QR hingga berpotongan di titik P'!
8. Hubungkan titik P dan P' hingga memotong garis lurus tempat cermin datar, kemudian ukurlah jarak P ke garis tempat cermin datar dan jarak P' ke garis tempat cermin! Samakah jaraknya?
9. Apa kesimpulanmu?

Hubungan antara jumlah bayangan yang terjadi (n) dan sudut yang dibentuk antara dua cermin datar (α) dapat dituliskan sebagai berikut.

$$n = \frac{360^\circ}{\alpha} - 1$$

Keterangan:
n : jumlah bayangan yang terjadi
α : sudut antara dua cermin datar

Contoh

Sebuah benda diletakkan di antara dua cermin datar yang dipasang berhadapan dan membentuk sudut 45°. Hitunglah jumlah bayangan yang terbentuk!

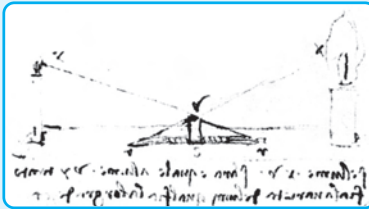
Diketahui : $\alpha = 45^\circ$
Ditanyakan : $n = ...?$
Jawab :

$$n = \frac{360^\circ}{\alpha} - 1 = \frac{360^\circ}{45^\circ} - 1$$
$$= 8 - 1$$
$$= 7 \text{ bayangan}$$

Leonardo Da Vinci

Sumber: Jendela Iptek.

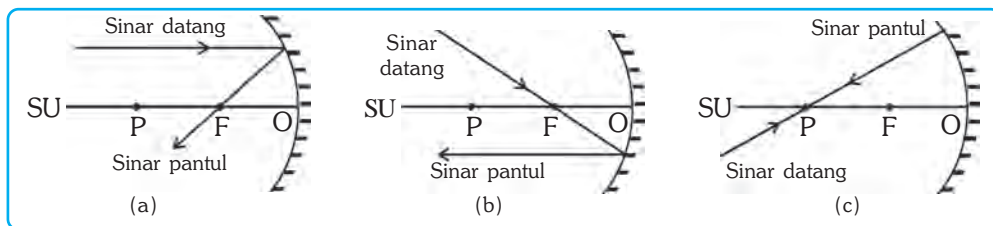
Leonardo Da Vinci adalah seniman dan perekayasa besar dari Italia. Selain melukis *Monalisa* dan *Makan Malam Terakhir*. Pada usia 15 tahun ia belajar melukis hampir setiap cabang ilmu pengetahuan, termasuk kajian cahaya.

Gambar sketsa di bawah ini berada di dalam salah satu dari banyak buku catatannya (7.000 halaman). Sketsa ini memperlihatkan cahaya yang sedang memancar melebar dari sepasang lilin dan menjatuhkan bayang-bayang pada kedua sisi suatu benda. Di bawah gambar sketsa tersebut terdapat beberapa catatan Leonardo yang ditulis terbalik dari kiri ke kanan seperti bayangan cermin, yang memang sering dilakukannya. Ia menerapkan temuan-temuannya sebagai ilmuwan pada karya-karyanya sebagai seniman. Pada usia 54 tahun, ia bekerja pada raja Prancis, Louis XII. Di sinilah ia melukis *Monalisa*, salah satu karya terbaik sepanjang masa.

Sumber: Jendela Iptek.

2. Cermin Cekung

Cermin cekung adalah cermin lengkung yang bagian dalamnya dapat memantulkan cahaya. Misalnya, bagian dalam sendok dan reflektor lampu senter. Cermin cekung disebut juga *cermin positif* atau *cermin konvergen*, karena sifat cermin cekung yang mengumpulkan atau memusatkan sinar yang jatuh padanya. Jika sinar-sinar sejajar mengenai sebuah cermin cekung, maka pantulan sinar tersebut akan berpotongan pada sebuah titik yang disebut titik fokus atau titik api utama.

Untuk melukis bayangan yang dibentuk cermin cekung, digunakan sinar-sinar istimewa. Ada tiga sinar istimewa pada cermin cekung, yaitu sebagai berikut.

a. Sinar datang sejajar dengan sumbu utama dipantulkan melalui titik fokus (F).
b. Sinar datang melalui titik fokus (F) dipantulkan sejajar sumbu utama.
c. Sinar datang melalui pusat kelengkungan cermin (P) dipantulkan lewat pusat kelengkungan itu juga.

Gambar 23.4 Sinar-sinar istimewa pada cermin cekung.

Hubungan antara jarak benda, jarak bayangan, jari-jari cermin, fokus cermin, dan perbesaran benda pada cermin cekung adalah sebagai berikut:

$$f = \frac{1}{2}R \text{ dan } \frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'} \text{ dan } M = \frac{h'}{h} = \left|\frac{s'}{s}\right|$$

Keterangan:

s : jarak benda
h : tinggi benda
s' : jarak bayangan
h' : tinggi bayangan
f : jarak fokus cermin
M : perbesaran bayangan
R : jari-jari cermin

Contoh

Benda setinggi 6 cm berada di depan cermin cekung yang berjari-jari 30 cm. Bila jarak benda ke cermin 20 cm, maka tentukanlah jarak bayangan, perbesaran bayangan, dan tinggi bayangan!

Diketahui : h = 6 cm, s = 20 cm

R = 30 cm, $f = \frac{1}{2} R$ = 15 cm

Ditanyakan : a. s' = ...?
b. M = ...?
c. h' = ...?

Jawab :

a. $\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$

$$\frac{1}{15} = \frac{1}{20} + \frac{1}{s'} \Rightarrow \frac{1}{s'} = \frac{1}{15} - \frac{1}{20} = \frac{4}{60} - \frac{3}{60} = \frac{1}{60}$$

s' = 60 cm

Jadi, bayangan benda berada di depan cermin dengan jarak 60 cm.

b. $M = \left|\frac{s'}{s}\right| = \left|\frac{60}{20}\right| = 3 \times$

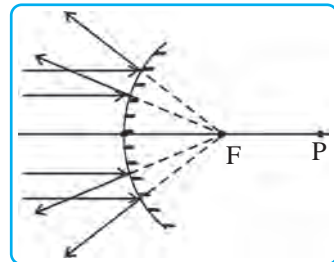
Jadi, perbesaran bayangan benda adalah 3x dari benda aslinya.

c. $M = \frac{h'}{h}$

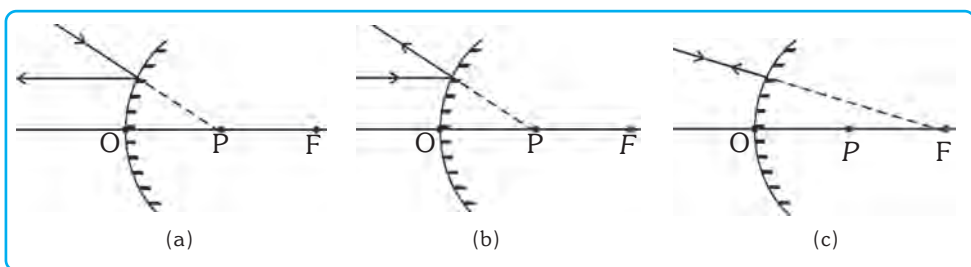
$3 = \frac{h'}{6} \Rightarrow h' = 3 \times 6 = 18$ cm

Jadi, tinggi bayangan benda adalah 18 cm.

3. Cermin Cembung

Cermin cembung adalah cermin lengkung yang bagian luarnya dapat memantulkan cahaya. Cermin cembung bersifat menyebarkan cahaya (*divergen*). Cermin cembung disebut cermin negatif (-) karena titik fokus cermin berada di belakang cermin yang merupakan titik potong perpanjangan sinar-sinar pantul dari berkas sinar datang yang sejajar. Oleh sebab itu, jarak fokus cermin cembung diberi nilai negatif (-). Gejala cermin cembung bisa kita temui pada spion kendaraan, teko yang mengkilap, dan pelukis anamorfik (pelukis yang melihat ke cermin cembung, bukan ke kertas pada saat melukis).

Gambar 23.5 Penyebaran cahaya pada cermin cembung.

Untuk melukiskan bayangan pada cermin cembung digunakan sinar-sinar istimewa. Ada tiga sinar istimewa pada cermin cembung, yaitu sebagai berikut.

a. Sinar datang sejajar sumbu utama dipantulkan seolah-olah berasal dari titik fokus.
b. Sinar datang yang menuju titik fokus (*F*) dipantulkan sejajar sumbu utama.
c. Sinar datang yang menuju ke titik pusat kelengkungan (*P*) dipantulkan kembali seolah-olah berasal dari titik pusat kelengkungan tersebut.

Gambar 23.6 Sinar-sinar istimewa pada cermin cembung.

Bayangan yang dibentuk cermin cembung selalu bersifat maya, tegak, dan diperkecil. Hubungan antara jarak benda (*s*), jarak bayangan (*s*'), dan jarak fokus (*f*) dapat dinyatakan dengan rumus:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'} \quad \text{atau} \quad \frac{2}{R} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'} \quad \text{dan} \quad M = \left|\frac{s'}{s}\right| = \frac{h'}{h}$$

Contoh

Benda setinggi 10 cm, berada di depan cermin cembung yang memiliki jari-jari 80 cm. Bila jarak benda 60 cm, maka tentukan letak bayangan, perbesaran bayangan, dan tinggi bayangan!

Diketahui : h = 10 cm $\qquad R$ = 80 cm

s = 60 cm $\qquad f = \frac{-R}{2} = \frac{-80}{2}$ = -40 cm

Ditanyakan : a. s' = ...?

b. M = ...?

c. h' = ...?

Jawab :

a. $\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$

$$-\frac{1}{40} = \frac{1}{60} + \frac{1}{s'} \Rightarrow \frac{1}{s'} = -\frac{1}{40} - \frac{1}{60} = -\frac{3}{120} - \frac{2}{60} = -\frac{5}{120}$$

$$s' = -\frac{120}{5} = -24 \text{ cm}$$

Jadi, bayangan benda berada di belakang cermin pada jarak 24 cm.

b. $M = \left|\frac{s'}{s}\right| = \left|\frac{-24}{60}\right| = 0{,}4 \times$

Jadi, benda mengalami perbesaran 0,4 × (bayangan benda lebih kecil).

c. $M = \frac{h'}{h} \Rightarrow h' = M \times h = 0{,}4 \times 10 = 4$ cm

Jadi, tinggi bayangan adalah 4 cm.

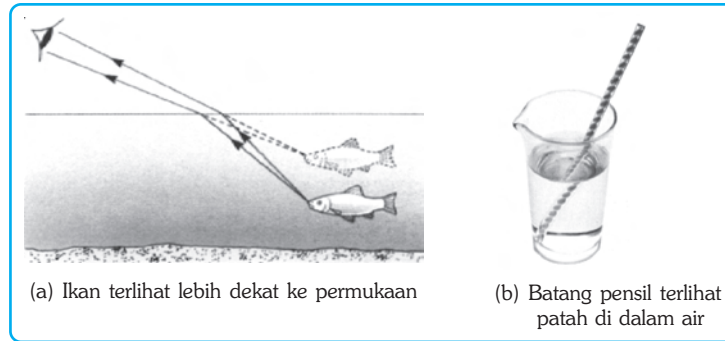
Soal Kompetensi

1. Mengapa di bawah pohon yang rindang pada siang hari tidak terlihat gelap?
2. Mengapa permata dibuat dengan membentuk sudut siku-siku?
3. Buatlah sebuah tulisan lalu bacalah dengan melihat bayangannya di cermin!
4. Apa perbedaan cermin datar, cermin cekung, dan cermin cembung?

C. Pembiasan Cahaya

Apabila kita melihat kolam yang airnya jernih, dasar kolam terlihat lebih dangkal dari sebenarnya. Perhatikan orang yang berdiri di dalam kolam! Pasti orang tersebut kelihatan lebih pendek dari sebenarnya. Begitu juga apabila kita melihat ikan di dalam kolam, ikan tersebut terlihat lebih dekat ke permukaan. Mengapa bisa terjadi demikian?

(a) Ikan terlihat lebih dekat ke permukaan

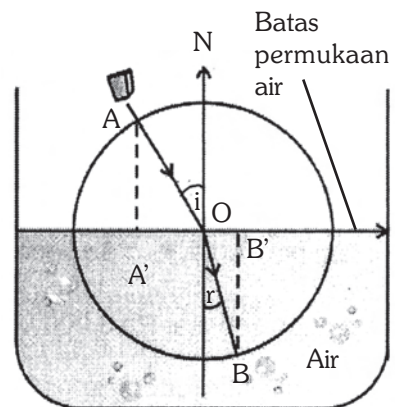
(b) Batang pensil terlihat patah di dalam air

Gambar 23.7 Contoh peristiwa-peristiwa pada pembiasan.

Cahaya merupakan salah satu bentuk gelombang. Oleh karena itu, peristiwa yang dialami gelombang juga dialami oleh cahaya. Ketika gelombang melalui dua medium yang berbeda, akan mengalami peristiwa pembiasan (*refraksi*). Pembiasan ini juga dialami oleh cahaya. Peristiwa tersebut di atas, merupakan gejala pembiasan cahaya. Perbandingan proyeksi sinar datang dan sinar bias yang mempunyai nilai tetap disebut dengan indeks (*n*). Hal ini sesuai dengan Hukum Pembiasan Cahaya yang ditemukan oleh Willebord Snellius, yaitu sebagai berikut.

$$n_{\text{air}} = \frac{OA'}{OB'}$$

Keterangan:

n_{air} = indeks bias air
OA' = panjang proyeksi sinar datang
OB' = panjang proyeksi sinar bias
i = sudut datang
r = sudut bias

Sinar datang dari udara yang masuk ke dalam air akan dibelokkan mendekati garis normal dan sebaliknya apabila sinar datang dari air ke udara, akan dibelokkan menjauhi garis normal. *Sudut datang* (*i*) adalah sudut yang dibentuk oleh sinar datang dengan garis normal. *Sudut bias* (*r*) adalah sudut yang dibentuk oleh sinar bias dengan garis normal. Pembiasan cahaya adalah peristiwa pembelokan arah rambat cahaya pada bidang batas antara dua medium yang berbeda kerapatannya.

Gambar 23.8 Pembiasan pada dua bidang batas.

Pembiasan cahaya terjadi karena cahaya melewati dua medium yang berbeda sehingga cepat rambat cahaya juga berbeda. Sebagai contoh, cepat rambat cahaya di udara berbeda dengan cepat rambat cahaya di air. Dengan demikian, indeks bias suatu zat dapat dinyatakan sebagai perbandingan cepat rambat cahaya di udara dengan cepat rambat cahaya pada suatu zat. Perbandingan tersebut dapat dituliskan sebagai berikut.

$$n_{zat} = \frac{c}{c_n}$$

Ingat bahwa $V = \lambda_n \times f \Leftrightarrow c = \lambda \times f$, maka $c_n = \lambda_n \times f$ sehingga

$$n_{zat} = \frac{\lambda \times f}{\lambda_n \times f} = \frac{\lambda}{\lambda_n}$$

Keterangan:

n_{zat} = indeks bias suatu zat

c = cepat rambat cahaya di udara 3×10^8 m/s

c_n = cepat rambat cahaya pada suatu zat (m/s)

λ = panjang gelombang cahaya di udara

λ_n = panjang gelombang cahaya pada suatu zat

f = frekuensi cahaya

Contoh

Cahaya merambat dari udara ke air. Bila cepat rambat cahaya di udara adalah 3×10^8 m/s dan indeks bias air 4/3, maka tentukanlah cepat rambat cahaya di air!

Diketahui : $c = 3 \times 10^8$ m/s

$n_{air} = 4/3$

Ditanyakan : $c_{air} = ...?$

Jawab :

$$n_{air} = \frac{c}{c_{air}} \Rightarrow c_{air} = \frac{c}{n_{air}}$$

$$= \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{4/3}$$

$$= 2{,}25 \times 10^8 \text{ m/s}$$

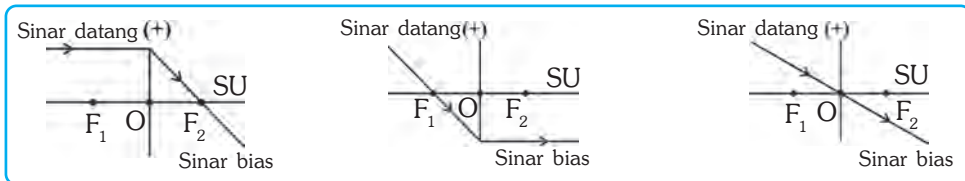
Jadi , cepat rambat cahaya di dalam air adalah $2{,}25 \times 10^8$ m/s

Ada beberapa benda yang dapat menyebabkan terjadinya pembiasan. Benda-benda tersebut, antara lain, lensa cembung dan lensa cekung.

1. Lensa Cembung

Lensa adalah benda bening yang dibatasi oleh dua bidang lengkung atau satu bidang lengkung dan satu bidang datar. *Lensa cembung* adalah lensa yang bagian tengahnya tebal sedangkan bagian tepinya tipis. Lensa cembung disebut juga *lensa positif* dan dibedakan menjadi tiga, yaitu *bikonveks, plankonveks*, dan *konkaf konveks*.

Untuk melukiskan bayangan pada lensa cembung digunakan sinar-sinar istimewa sebagai berikut.

a. Sinar datang sejajar sumbu utama dibiaskan melalui titik fokus.
b. Sinar datang melalui titik fokus dibiaskan sejajar sumbu utama.
c. Sinar datang melalui titik pusat optik lensa tidak dibiaskan, tetapi akan diteruskan.

Gambar 23.9 Sinar-sinar istimewa pada lensa cembung.

Contoh penggunaan lensa cembung adalah pada lensa kaca mata, lensa lup, lensa kamera, dan lensa mikroskop. Hubungan antara jarak benda (*s*), jarak bayangan (*s*'), jarak fokus lensa (*f*), dan perbesaran bayangan sama dengan yang ada pada cermin cembung. Kekuatan untuk memfokuskan sinar (disimbolkan *P*), baik untuk lensa cembung maupun lensa cekung dapat dicari dengan persamaan berikut.

$$P = \frac{1}{f}$$

Keterangan:

p : Kekuatan lensa

f : Jarak fokus lensa

Contoh

Sebuah benda terletak 10 cm di depan lensa cembung. Bila fokus lensa 15 cm, berapa jarak bayangan ke lensa?

Diketahui : *s* = 10 cm *f* = 15 cm

Ditanyakan : *s*' = ... ?

Jawab :

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'} \Leftrightarrow \frac{1}{s'} = \frac{1}{f} - \frac{1}{s} = \frac{1}{15} - \frac{1}{10} = \frac{2}{30} - \frac{3}{30} = -\frac{1}{30}$$

$$s' = -30 \text{ cm}$$

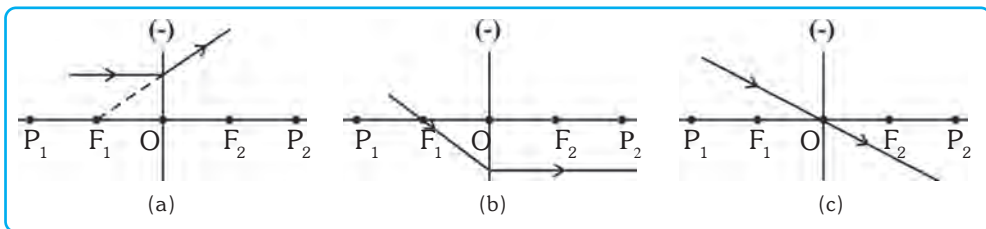
Tanda negatif (-) menunjukkan bayangan maya.

2. Lensa Cekung

Lensa cekung adalah lensa yang bagian tengahnya tipis dan bagian tepinya tebal. *Lensa cekung* disebut *lensa negatif* dan dibedakan menjadi tiga bentuk, yaitu *lensa bikonkaf*, *plankonkaf*, dan *konveks konkaf*. Lensa cekung bersifat menyebarkan cahaya yang datang menuju lensa (*divergen*).

Fokus lensa cekung diperoleh dari perpotongan perpanjangan sinar-sinar bias sehingga fokus lensa cekung disebut fokus maya. Dengan demikian, arah fokus lensa cekung diberi nilai negatif (-). Oleh karena itu, lensa cekung disebut lensa negatif.

Untuk melukiskan bayangan juga diperlukan sinar-sinar istimewa. Ada tiga sinar istimewa pada lensa cekung, yaitu:

a. sinar datang sejajar sumbu utama dibiaskan seolah-olah berasal dari titik fokus,
b. sinar datang melalui titik fokus dibiaskan sejajar sumbu utama, dan
c. sinar datang melalui titik pusat optik lensa, tidak dibiaskan tetapi diteruskan.

Gambar 23.10 Sinar-sinar istimewa pada lensa cekung.

Lensa cekung banyak digunakan untuk kaca mata serta teropong. Lensa cekung biasanya juga dipasang di sebuah lubang kecil pada pintu sehingga bidang penglihatan menjadi lebih besar. Dengan demikian, orang yang berada di dalam rumah dapat mengenali siapa tamu yang datang.

Contoh

Sebuah benda setinggi 10 cm berada di depan lensa cekung sejauh 15 cm. Bila jari-jari lensa 60 cm, maka tentukan jarak bayangan, perbesaran bayangan, tinggi bayangan, dan kekuatan lensa!

Diketahui : h = 10 cm $\qquad s$ = 15 cm

R = 60 cm ⇔ f = -30 cm = -0,3 m

Ditanyakan : a. s' = ...? $\qquad$ c. h' = ...?

b. M = ...? $\qquad$ d. P = ...?

Jawab :

a. $\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'} \Leftrightarrow \frac{1}{s'} = \frac{1}{f} - \frac{1}{s} = -\frac{1}{30} - \frac{1}{15} = -\frac{1}{30} - \frac{2}{30}$

$\frac{1}{s'} = -\frac{3}{30} \Leftrightarrow s' = -\frac{30}{3}$

$= -10$ cm

b. $M = \left|\frac{s'}{s}\right| = \left|\frac{-10}{15}\right| = \frac{2}{3} \times$

c. $M = \frac{h'}{h} \Leftrightarrow h' = M \times h = \frac{2}{3} \times 10 = \frac{20}{3} = 6\frac{2}{3}$ cm

d. $P = \frac{1}{f} = \frac{1}{-0,3} = -5$ dioptri.

Soal Kompetensi

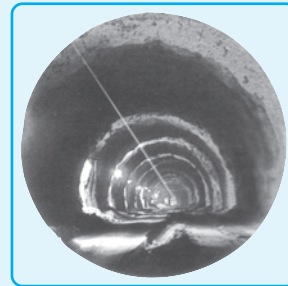
1. Sebutkan benda-benda yang dibuat dengan prinsip pembiasan cahaya!
2. Apa akibatnya jika cahaya dibiaskan dari medium yang rapat ke medium yang kurang rapat atau sebaliknya?

In Tips

Cahaya Laser

Pada umumnya cahaya yang kita lihat adalah campuran dari berbagai panjang gelombang atau warna yang berbeda-beda. Namun, cahaya laser berbeda. Laser kependekan dari kata *light amplification by stimulated emmision of radiation* hanya mengandung satu panjang gelombang yang koheren. Cahaya ini dapat merusak benda-benda pada jarak dekat.

Percayakah kamu, cahaya laser dapat digunakan sebagai alat potong? Cahaya laser dapat diarahkan ke suatu permukaan untuk menghasilkan panas yang intensif di daerah yang sangat kecil. Panas ini dapat melubangi berbagai jenis bahan, seperti kain untuk pakaian sampai pelat baja yang dipakai untuk merakit mobil. Panas laser juga dapat digunakan untuk menyambung dua potong logam menjadi satu dengan cara mencairkannya. Satu keuntungan alat potong ini adalah cahaya tidak akan tumpul seperti alat pemotong biasa, yang harus selalu diasah atau diganti.

Berdasarkan prinsip cahaya yang dipancarkan lurus, para insinyur menggunakannya dalam proyek-proyek teknik, seperti pembuatan terowongan bawah laut yang menghubungkan Inggris-Perancis. Cahaya laser digunakan untuk memastikan bahwa pekerjaan tersebut mengikuti jalur yang benar. Cahaya laser juga dapat digunakan untuk mengukur jarak-jarak yang sangat kecil. Ternyata fisika begitu banyak manfaatnya bagi kehidupan manusia. Mulailah bersenang-senang dengan fisika. Selamat mencoba!

Sumber: Jendela Iptek.

Arah terowongan yang lurus diperoleh dengan mengikuti arah cahaya laser yang ditembakkan.

Ilmuwan Kecil

Bagilah kelasmu menjadi beberapa kelompok. Tiapa kelompok dapat terdiri atas 3 sampai 6 anak. Kerjakan kegiatan berikut secara bersama kelompokmu di rumah!

A. Tujuan

Kamu dapat menceritakan dalam bentuk tulisan peristiwa pembiasan dengan terlebih dahulu melakukan eksperimen.

B. Alat dan Bahan

Lilin, kotak dengan salah satu sisinya terbuka, kaca beserta penumpu-nya, dan korek api.

C. Langkah Kerja

1. Susunlah alat-alat tersebut seperti gambar di samping!
2. Nyalakan lilin, kemudian amati dari atas kotak!
3. Apa yang kamu lihat?
4. Buatlah laporan dari hasil percoba-an tersebut dan sertakan analisismu!

Rangkuman

1. Cahaya merambat ke segala arah dengan lintasan lurus.
2. Pemantulan cahaya ada dua macam, yaitu pamantulan baur dan teratur.
3. Cermin adalah benda yang dapat memantulkan hampir seluruh cahaya yang mengenainya.
4. Cermin datar membentuk bayangan yang bersifat maya, tegak, dan sama besar dengan bendanya.
6. Cermin cekung bersifat mengumpulkan cahaya (konvergen).
7. Cermin cembung bersifat menyebarkan cahaya (divergen).
8. Bayangan yang dibentuk cermin cembung bersifat maya, tegak, dan di-perkecil.
9. Pembiasan cahaya (refraksi) adalah peristiwa pembelokan arah rambat cahaya karena melewati dua bidang batas yang berbeda kerapatannya.
10. Lensa adalah benda bening yang dibatasi oleh dua bidang lengkung atau sebuah bidang lengkung dan sebuah bidang datar.

Pelatihan

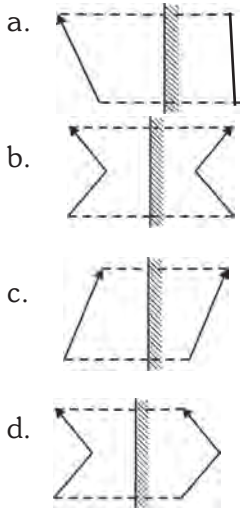
A. Pilihlah jawaban yang benar dengan menuliskan huruf a, b, c, atau d di buku tugasmu!

1. Lukisan bayangan pada cermin datar yang benar adalah ....

   a.

   b.

   c.

   d.

2. Sebuah benda terletak di antara dua cermin datar yang membentuk sudut 30°. Jumlah bayangan bend atersebut adalah ....
   a. 12 buah
   b. 11 buah
   c. 10 buah
   d. 9 buah
3. Sebuah benda berada di depan cermin cekung sejauh 10 cm. Bila jari-jari cermin 30 cm, maka sifat bayangannya adalah ....
   a. nyata, diperkecil, dan terbalik
   b. nyata, diperbesar, dan terbalik
   c. maya, diperkecil, dan tegak
   d. nyata, diperbesar, dan tegak
4. Sebuah benda berada 15 cm di depan cermin cembung. Bila titik fokus cermin 10 cm, maka jarak bayangannya ....
   a. 6 cm di depan cermin
   b. 6 cm di belakang cermin
   c. 30 cm di depan cermin
   d. 30 cm di belakang cermin

5. Bayangan setinggi 2 cm dibentuk oleh cermin cembung dari sebuah benda setinggi 10 cm. Bila jarak fokus cermin 10 cm, maka jarak benda adalah ....
   a. 60 cm
   b. 16 cm
   c. 8 cm
   d. 0,8 cm
6. Diketahui cepat rambat cahaya di udara 3×10^8 m/s dan cepat rambat cahaya pada kaca $2,25 \times 10^8$ m/s. Indeks bias kaca tersebut adalah ....
   a. $\frac{4}{3}$
   b. $\frac{5}{3}$
   c. 2
   d. $\frac{7}{3}$
7. Bayangan yang dibentuk cermin cembung bersifat ....
   a. maya, tegak, dan diperbesar
   b. maya, tegak, dan diperkecil
   c. nyata, tegak, dan diperbesar
   d. nyata, tegak, dan diperkecil
8. Lensa cembung berjari-jari 30 cm dan perbesaran bayangannya 2 kali, maka jarak benda adalah ....
   a. 40 cm
   b. 35 cm
   c. 22,5 cm
   d. 10 cm
9. Sebuah benda terletak 30 cm di depan lensa cekung yang berjari-jari 30 cm. Jarak bayangannya adalah ....
   a. -10 cm
   b. 10 cm
   c. -15 cm
   d. 15 cm
10. Fatamorgana merupakan peristiwa yang terjadi akibat ....
   a. sinar matahari tertutup awan
   b. sinar matahari dibiaskan melalui titik-titik awan
   c. lapisan udara panas di dekat daratan membiaskan sinar matahari
   d. sinar putih diuraikan oleh titik-titik air hujan

B. Jawablah soal-soal berikut dengan benar!

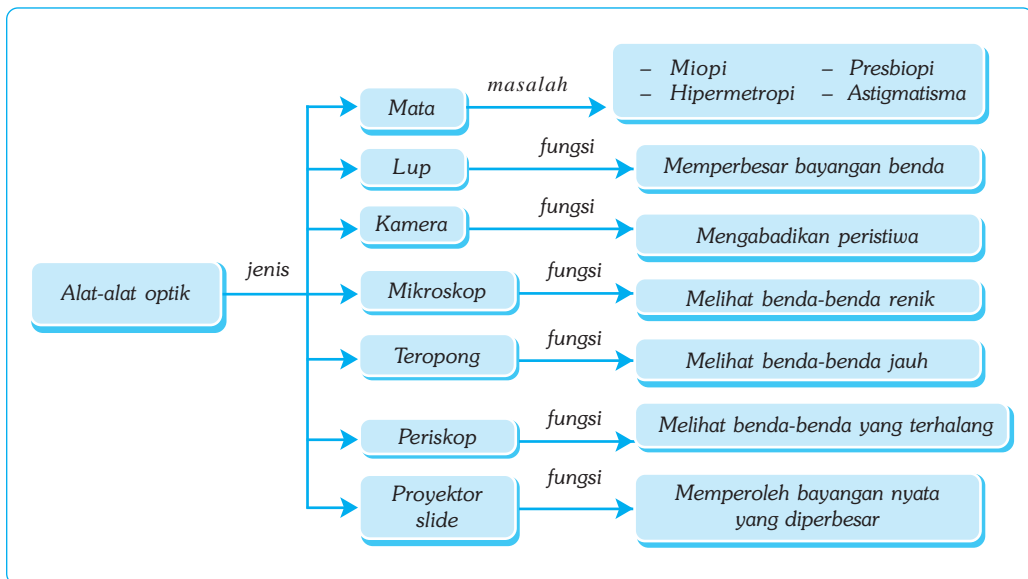
1. Bayangan yang dibentuk cermin cekung mempunyai perbesaran dua kali. Jika jarak benda ke cermin 20 cm, maka hitunglah jarak fokus cermin!
2. Sebuah kaca spion memiliki fokus 100 cm, di depan spion terdapat benda setinggi 1 m dan berjarak 10 m. Tentukanlah jarak dan tinggi bayangan!
3. Indeks bias suatu zat $\frac{n}{3}$. Bila cepat rambat cahaya di udara 3×10^8 m/s, maka hitunglah cepat rambat cahaya pada zat tersebut!
4. Benda setinggi 2 cm berada di depan lensa cembung yang berjari-jari 20 cm. Bila jarak benda 15 cm, maka tentukanlah jarak, perbesaran, dan tinggi bayangan!
5. Benda setinggi 2 cm berdiri tegak di depan lensa cekung sejauh 15 cm. Bila jari-jari lensa 20 cm, maka tentukanlah gambar pembentukan bayangan, jarak, perbesaran, dan tinggi bayangan!

Refleksi

Pelajarilah kembali materi dalam bab ini. Sekarang, buatlah sebuah artikel yang menjelaskan penerapan prinsip cahaya di dalam kehidupan sehari-hari. Kirimkan artikelmu ke majalah atau surat kabar yang ada di kotamu. Jika di muat, maka laporkan kepada guru dan teman-temanmu!

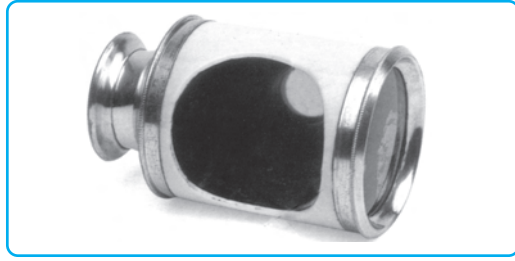
Bab XXIV ALAT OPTIK

Tujuan Pembelajaran

Kamu dapat mendeskripsikan alat-alat optik dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

Peta Konsep

Kata Kunci

- Mata
- Hipermetropi
- Mikroskop
- Kamera
- Daya Akomodasi
- Lup
- Presbiopi
- Optik

Setelah mendalami tentang cahaya, pada bab ini kita akan mempelajari alat-alat yang bekerja berdasarkan prinsip cahaya, yang disebut *alat optik*. Alat optik membuat hidup manusia lebih mudah dan berarti. Kita bisa menikmati keindahan alam semesta, mengabadikan saat-saat terindah pada lembaran foto bahkan bisa membuat sehelai rambut di kepala menjadi terlihat sebesar lengan.

Sumber: Jendela Iptek.

Gambar 24.1 "Teropong Kecemburuan" seperti gambar di atas, dirancang agar orang mengira bahwa seseorang yang mengenakannya melihat ke depan, padahal sebenarnya melihat ke samping. Teropong ini dibuat untuk mereka yang sebenarnya ingin melihat penonton di sampingnya daripada pertunjukan di atas panggung.

A. Mata

Kita mempunyai alat optik yang sangat penting, yaitu *mata*. Mata merupakan bagian dari panca indra yang berfungsi untuk melihat. Mata terdiri atas beberapa bagian yang masing-masing mempunyai fungsi berbeda-beda tetapi saling mendukung.

1. **Kornea**. Kornea merupakan bagian luar mata yang tipis, lunak, dan transparan. Kornea berfungsi menerima dan meneruskan cahaya yang masuk pada mata, serta melindungi bagian mata yang sensitif di bawahnya.
2. **Pupil**. Pupil merupakan celah sempit berbentuk lingkaran dan berfungsi agar cahaya dapat masuk ke dalam mata.
3. **Iris.** Iris adalah selaput berwarna hitam, biru, atau cokelat yang berfungsi untuk mengatur besar kecilnya pupil. Warna inilah yang kita lihat sebagai warna mata seseorang.
4. **Aquaeus Humour.** Aquaeus humour merupakan cairan di depan lensa mata untuk membiaskan cahaya ke dalam mata.
5. **Otot Akomodasi.** Otot akomodasi merupakan otot yang menempel pada lensa mata dan berfungsi untuk mengatur tebal dan tipisnya lensa mata.
6. **Lensa Mata.** Lensa mata berbentuk cembung, berserat, elastis, dan bening. Lensa ini berfungsi untuk membiaskan cahaya dari benda supaya terbentuk bayangan pada retina.
7. **Retina.** Retina merupakan bagian belakang mata yang berfungsi sebagai tempat terbentuknya bayangan.
8. **Vitreous Humour.** Vitreous humour merupakan cairan di dalam bola mata yang berfungsi untuk meneruskan cahaya dari lensa ke retina.
9. **Bintik Kuning.** Bintik kuning merupakan bagian dari retina yang berfungsi sebagai tempat terbentuknya bayangan yang jelas.
10. **Bintik Buta.** Bintik buta merupakan bagian dari retina yang apabila bayangan jatuh pada bagian ini, maka bayangan tampak tidak jelas atau kabur.
11. **Saraf Mata.** Saraf mata befungsi untuk meneruskan rangsangan bayangan dari retina menuju ke otak.

1. Daya Akomodasi Mata

Lensa mata dapat mencembung ataupun memipih secara otomatis karena adanya otot akomodasi (otot siliar). Untuk melihat benda yang letaknya dekat, otot siliar menegang sehingga lensa mata mencembung dan sebaliknya untuk melihat benda yang letaknya jauh, otot siliar mengendur (rileks) sehingga lensa mata memipih. Kemampuan otot mata untuk menebalkan atau memipihkan lensa mata disebut *daya akomodasi mata*.

2. Cacat Mata

Tidak semua mata dapat membentuk bayangan tepat pada retina, ada yang membentuk bayangan di belakang retina. Hal ini terjadi karena daya akomodasi mata sudah berkurang sehingga titik jauh atau titik dekat mata bergeser. Keadaan mata yang demikian disebut *cacat mata*. Cacat mata yang diderita seseorang dapat disebabkan oleh kerja mata (kebiasaan mata) atau cacat sejak lahir.

a. Miopi (Rabun Jauh)

Miopi adalah cacat mata karena mata tidak dapat melihat dengan jelas benda-benda yang letaknya jauh. Titik jauhnya lebih dekat daripada tak terhingga dan titik dekatnya kurang dari 25 cm. Hal ini terjadi karena lensa mata tidak dapat dipipihkan sebagaimana mestinya, sehingga bayangan dari benda yang letaknya jauh akan jatuh di depan retina. Penderita miopi tidak dapat membaca dengan jelas pada jarak baca normal.

Sumber: Foto Haryana

Gambar 24.2 Miopi menyebabkan kesulitan melihat benda yang jauh.

Untuk dapat melihat benda-benda yang letaknya jauh agar nampak jelas, penderita miopi ditolong dengan kaca mata berlensa cekung (negatif). Miopi dapat terjadi karena mata terlalu sering/terbiasa melihat benda yang dekat. Cacat mata ini sering dialami tukang jam, tukang las, operator komputer, dan sebagainya.

Contoh

Seorang penderita miopi mempunyai titik jauh 200 cm. Berapakah kekuatan lensa kacamata yang harus dipakai orang tersebut agar dapat melihat benda jauh dengan normal?

Diketahui : $s = \infty$

$s' = -200$ cm (tanda negatif menunjukkan bayangan bersifat maya dan terletak di depan lensa)

Ditanyakan : $P = ...$?

Jawab :

$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'} \quad = \frac{1}{\infty} - \frac{1}{200}$

$= 0 - \frac{1}{200} = -\frac{1}{200}$

$f = -200$ cm
$= -2$ m

$P = \frac{1}{f} = -\frac{1}{2}$ dioptri

Jadi, kekuatan lensa kaca mata yang harus dipakai adalah $-\frac{1}{2}$ dioptri.

b. Hipermetropi (Rabun Dekat)

Hipermetropi adalah cacat mata dimana mata tidak dapat melihat dengan jelas benda-benda yang letaknya dekat. Pernahkah kamu melihat orang kalau membaca, buku yang dibaca malah lebih dijauhkan? Penderita hipermetropi hanya dapat melihat dengan jelas benda-benda yang letaknya jauh sehingga cacat mata ini sering disebut *mata terang jauh*. Hipermetropi disebabkan lensa mata terlalu pipih dan sulit dicembungkan sehingga bila melihat benda-benda yang letaknya dekat, bayangannya jatuh di belakang retina. Supaya dapat melihat benda-benda yang letaknya dekat dengan jelas, penderita hipermetropi ditolong dengan kaca mata berlensa cembung (positif). Hipermetropi dapat terjadi karena mata terlalu sering/terbiasa melihat benda-benda yang jauh. Cacat mata ini sering dialami oleh orang-orang yang bekerja sebagai sopir, nahkoda, pilot, masinis, dan sebagainya.

Contoh

Iwan yang menderita rabun dekat dan mempunyai titik dekat 50 cm. Jika ingin membaca dengan jarak normal (25 cm), maka berapa kekuatan lensa kacamata yang harus dipakai Iwan?

Diketahui : s = 25 cm
s' = -50 cm (bayangan bersifat maya, di depan lensa)

Ditanyakan : P = ... ?

Jawab :

$$\frac{1}{f}=\frac{1}{s}+\frac{1}{s'} = \frac{1}{25}-\frac{1}{50}$$

$$= \frac{2}{50}-\frac{1}{50} = \frac{1}{50}$$

f = 50 cm = 0,5 m

$$P = \frac{1}{f} = \frac{1}{0,5} = 2 \text{ dioptri}$$

Jadi, kekuatan lensa kaca mata yang harus dipakai Iwan adalah 2 dioptri.

c. Presbiopi (Mata Tua)

Orang-orang yang sudah tua, biasanya daya akomodasinya sudah berkurang. Pada mata presbiopi, titik dekatnya lebih jauh daripada titik dekat mata normal dan titik jauhnya lebih dekat daripada titik jauh mata normal. Oleh karena itu, penderita presbiopi tidak dapat melihat benda-benda yang letaknya dekat maupun jauh.

Untuk dapat melihat jauh dengan jelas dan untuk membaca pada jarak normal, penderita presbiopi dapat ditolong dengan kaca mata berlensa rangkap, yaitu lensa cekung untuk melihat benda jauh dan lensa cembung untuk melihat benda dekat/membaca.

d. Astigmatisma

Astigmatisma adalah cacat mata dimana kelengkungan selaput bening atau lensa mata tidak merata sehingga berkas sinar yang mengenai mata tidak dapat terpusat dengan sempurna. Cacat mata astigmatisma tidak dapat membedakan garis-garis tegak dengan garis-garis mendatar secara bersama-sama. Cacat mata ini dapat ditolong dengan kaca mata berlensa silinder.

Soal Kompetensi

1. Pada foto berwarna yang dibuat dengan cahaya lampu kuat dengan kamera yang agak gelap, maka mata kita merah. Mengapa?
2. Bagaimana caranya supaya kita tidak terkena penyakit-penyakit mata?

B. Lup (Kaca Pembesar)

Lup atau kaca pembesar adalah alat optik yang terdiri atas sebuah lensa cembung. Lup digunakan untuk melihat benda-benda kecil agar nampak lebih besar dan jelas. Ada 2 cara dalam menggunakan lup, yaitu dengan mata berakomodasi

dan dengan mata tak berakomodasi. Sifat bayangan yang dihasilkan lup adalah maya, tegak, dan diperbesar. Lup biasanya digunakan oleh tukang arloji, pedagang kain, pedagang intan, dan polisi.

Perbesaran untuk mata berakomodasi maksimum $s' = -25$ cm (tanda negatif menunjukkan bayangan di depan lensa) sehingga diperoleh:

$$M = \frac{25}{f} - \frac{25}{-25} \quad \text{atau} \quad M = \frac{25}{f} + 1$$

Untuk mata tak berakomodasi, bayangan terbentuk di tak terhingga ($s' = \infty$) sehingga perbesaran bayangan yang dibentuk adalah sebagai berikut:

$$M = \frac{25}{f}$$

Keterangan:
M : perbesaran bayangan
f : jarak fokus lup

Contoh

Sebuah lup berfokus 5 cm digunakan oleh dua orang bermata normal untuk mengamati benda yang panjangnya 2 mm. Tentukan panjang bayangan bila:
a. mata tak berakomodasi dan
b. mata berakomodasi maksimum!

Diketahui : f = 5 cm,
h = 2 mm = 0,2 cm

Ditanya : a. h' untuk mata tak berakomodasi = ...?
b. h' untuk mata berakomodasi maksimum = ...?

Jawab :

a. $M = \frac{25}{f} = \frac{25}{5} = 5$ kali

$M = \frac{h'}{h} \Rightarrow h' = M \times h = 5 \times 0{,}2 = 1$ cm

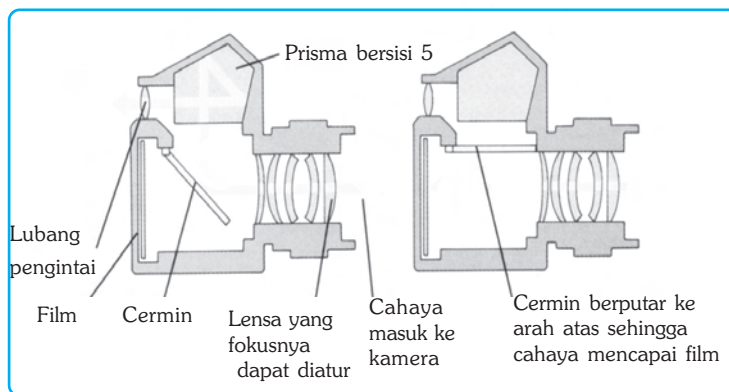
b. $M = \frac{25}{5} + 1 = 5 + 1 = 6$ kali

$M = \frac{h'}{h} \Rightarrow h' = M \times h = 6 \times 0{,}2 = 1{,}2$ cm

C. Kamera

Kamera adalah alat yang digunakan untuk menghasilkan bayangan fotografi pada film negatif. Pernahkah kamu menggunakan sebuah kamera? Biasanya kita menggunakan kamera untuk mengabadikan kejadian-kejadian penting.

Kamera terdiri atas beberapa bagian, antara lain:

1. Lensa cembung, berfungsi untuk membiaskan cahaya yang masuk sehingga terbentuk bayangan yang nyata, terbalik, dan diperkecil.
2. Diafragma adalah lubang kecil yang dapat diatur lebarnya dan berfungsi untuk mengatur banyaknya cahaya yang masuk melalui lensa.
3. Apertur, berfungsi untuk mengatur besar-kecilnya diafragma.
4. Pelat film, berfungsi sebagai tempat bayangan dan menghasilkan gambar negatif, yaitu gambar yang berwarna tidak sama dengan aslinya, tembus cahaya.

Gambar 24.3 Bagian-bagian kamer.

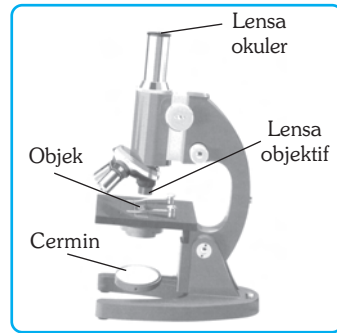
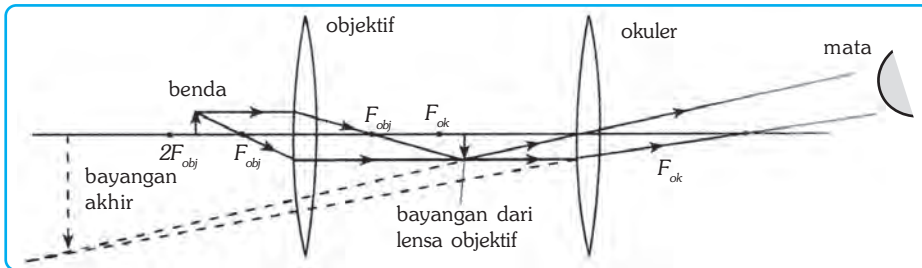
Soal Kompetensi

1. Sebutkan beberapa contoh kegunaan lup dalam kehidupan sehari-hari!
2. Coba jelaskan dengan bahasamu sendiri mengenai cara menggunakan kamera SLR yang baik!
3. Mengapa terkadang cetakan negatif dari film terlihat terlalu gelap atau terlalu terang? Jelaskan!

D. Mikroskop

Mikroskop adalah alat yang digunakan untuk melihat benda-benda kecil agar tampak jelas dan besar. Mikroskop terdiri atas dua buah lensa cembung. Lensa yang dekat dengan benda yang diamati (objek) disebut *lensa objektif* dan lensa yang dekat dengan pengamat disebut *lensa okuler*. Mikroskop seperti ini disebut mikroskop majemuk. Ada dua cara dalam menggunakan mikroskop, yaitu dengan mata berakomodasi maksimum dan dengan mata tak berakomodasi.

Proses perambatan cahaya pada mikroskop adalah sebagai berikut,

1. Benda diletakkan di depan lensa objektif di antara f_{obj} dan $2f_{obj}$ ($f_{obj} < S_{obj} < 2 f_{obj}$)
2. Bayangan yang dihasilkan lensa objektif digunakan sebagai benda oleh lensa okuler. Agar bayangan dan lensa objektif diperbesar, maka bayangan ditempatkan di antara o dan f_{ok}.
3. Bayangan akhir yang dibentuk oleh lensa okuler bersifat bersifat maya, terbalik, dan diperbesar.

Gambar 24.4 Bagian-bagian mikroskop.

Gambar 24.5 Pembentukan bayangan pada mikroskop.

Perbesaran bayangan untuk mata berakomodasi maksimum adalah sebagai berikut.

$M = M_{obj} \times M_{ok}$ karena $M_{lup} = \dfrac{s_n}{f} + 1$, maka:

$$M = \frac{s'_{obj}}{s_{obj}} \times \left(\frac{s_n}{s_{ok}} + 1 \right) \text{ atau } M = \frac{s'_{obj}}{s_{obj}} \times \left(\frac{25}{f_{ok}} + 1 \right)$$

Panjang mikroskop (tubus) dapat dinyatakan $L = s'_{obj} + s_{ok}$.

Perbesaran bayangan pada mata tak berakomodasi adalah sebagai berikut:

$M = M_{obj} \times M_{ok}$ karena $M_{lup} = \dfrac{s_n}{f}$, maka:

$$\frac{s'_{obj}}{s_{obj}} \times \left(\frac{s_n}{f_{ok}} \right) \text{ atau } M = \frac{s'_{obj}}{s_{obj}} \times \frac{25}{f_{ok}}$$

Panjang mikroskop (jarak tubus) dapat dinyatakan $L = s'_{obj} + f_{ok.}$

Keterangan:

s'_{obj} : jarak bayangan objektif
s_{obj} : jarak objektif
f_{obj} : jarak fokus lensa objektif
M_{obj}: perbesaran lensa objektif
M : perbesaran total

s'_{ok} : jarak bayangan okuler
s_{ok} : jarak benda okuler
f_{ok} : jarak fokus lensa okuler
M_{ok} : perbesaran lensa okuler
L : jarak tubus

Contoh

Sebuah benda berada pada jarak 2,5 cm di depan lensa objektif yang berfokus 2 cm. Bila fokus lensa okuler 10 cm dan jarak antara lensa objektif dan lensa okuler 14 cm, maka hitunglah perbesaran mikroskop total dan perbesaran mikroskop bila mata berakomodasi maksimum!

Diketahui : $s_{obj} = 2{,}5$ cm $f_{obj} = 2$ cm

$f_{ok} = 10$ cm $L = 14$ cm

Ditanyakan : a. $M_{tot} = ...?$

b. $M_{\text{mata berakomodasi maksimum}} = ...?$

Jawab :

a. Lensa Objektif

$$\frac{1}{s'_{obj}} = \frac{1}{f_{obj}} - \frac{1}{s_{obj}} = \frac{1}{2} - \frac{1}{2{,}5} = \frac{5}{10} - \frac{4}{10} = \frac{1}{10}$$

$s'_{obj} = 10$ cm

$$M_{obj} = \frac{s'_{obj}}{s_{obj}} = \frac{10}{2{,}5} = 4 \text{ kali}$$

Lensa Okuler

$s_{ok} = L - s'_{obj} = 14 - 10 = 4$ cm

$$\frac{1}{s'_{oK}} = \frac{1}{f_{ok}} - \frac{1}{s_{ok}} = \frac{1}{10} - \frac{1}{4} = \frac{2}{20} - \frac{5}{20} = -\frac{3}{20}$$

$$M_{ok} = \left|\frac{s'_{ok}}{s_{ok}}\right| = \left|\frac{-\frac{20}{3}}{4}\right| = \frac{20}{12} = 1\frac{2}{3} \text{ kali}$$

Maka perbesaran mikroskop total adalah:

$$M_{tot} = M_{obj} \times M_{ok} = 4 \times 1\frac{2}{3} = 6\frac{2}{3} \text{ kali}$$

b. Perbesaran mikroskop bila mata berakomodasi maksimum

$$M = M_{obj} \times \left(\frac{25}{f} + 1\right) = 4 \times \left(\frac{25}{10} + 1\right) = 4 \times 3{,}5 = 14 \text{ kali}$$

Untuk lebih memahami tentang mikroskop, lakukanlah kegiatan berikut!

Kegiatan

Prinsip Kerja Mikroskop

A. Tujuan

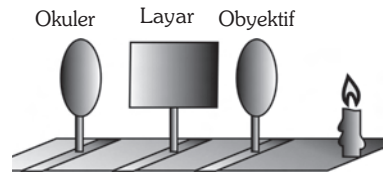
Kamu dapat mengetahui prinsip kerja mikroskop.

B. Alat dan Bahan

Meja optik, lilin, layar, lensa cembung yang jarak titik fokusnya 5 cm (sebagai lensa objektif), dan 10 cm (sebagai lensa okuler).

C. Langkah Kerja

Okuler Layar Obyektif

1. Letakkan lilin, lensa, dan layar seperti gambar di samping!
2. Atur jarak lilin di depan lensa objektif antara 6 – 7 cm!
3. Geser-geserlah layar sehingga terbentuk bayangan nyata yang tajam!
4. Atur jarak lensa okuler sejauh 6 – 7 cm!
5. Amati bayangan yang terbentuk pada layar!
6. Apa kesimpulanmu?

Berdasarkan kegiatan di atas, diperoleh sifat-sifat bayangan yang terbentuk pada mikroskop sebagai berikut.

1. Bayangan yang dibentuk lensa objektif adalah nyata, terbalik, dan diperbesar.
2. Bayangan yang dibentuk lensa okuler adalah maya, tegak, dan diperbesar.
3. Bayangan yang dibentuk mikroskop adalah maya, terbalik, dan diperbesar terhadap bendanya.

Tokoh

Antoni Van Leeuwenhoek

Sumber: Jendela Iptek.

Leuweenhoek adalah seorang ahli fisika dan biologi, pelopor riset mikroskopik yang dilahirkan di Belanda. Pada usia 21 tahun ia membuka toko kain dan mulai menggunakan kaca pembesar sederhana buatannya sendiri untuk memeriksa kuali-tas kainnya.

Mikroskop Leuweenhoek tidak lebih besar daripada ibu jari. Mikroskop itu terbuat dari logam, lensa tunggalnya mempunyai tebal kira-kira 1 milimeter dan panjang fokusnya begitu pendek sehingga dalam menggunakannya harus dipegang dekat sekali dengan mata.

Pada tahun 1974, Leuweenhoek menemukan hewan-hewan bersel satu, yaitu protozoa. Ia katakan bahwa setetes air bisa menjadi rumah satu juta hewan-hewan kecil tersebut. Leuweenhoek hidup dalam ketenaran, ia dikunjungi raja-raja pada saat itu. Menjelang kematiannya pada usia 90 tahun, ia telah membuat lebih dari 400 mikroskop.

E. Teropong

Teropong atau *teleskop* adalah alat yang digunakan untuk melihat benda-benda yang jauh agar tampak lebih jelas dan dekat. Ditinjau dari objeknya, teropong dibedakan menjadi dua, yaitu teropong bintang dan teropong medan. Model teropong manakah yang pernah kamu lihat?

1. Teropong Bintang

Teropong bintang adalah teropong yang digunakan untuk melihat atau mengamati benda-benda langit, seperti bintang, planet, satelit, dan sebagainya. Nama lain teropong bintang adalah *teropong astronomi*. Ditinjau dari jalannya sinar, teropong bintang dibedakan menjadi dua, yaitu teropong bias dan teropong pantul. Pernahkah kamu menggunakan teropong?

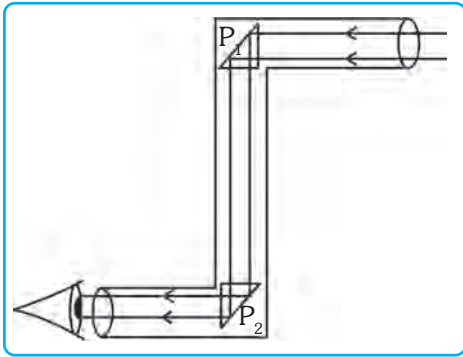
Sumber: Kamus Visual.

Gambar 24.5 Teropong bintang

2. Teropong Medan (Teropong Bumi)

Teropong medan digunakan untuk mengamati benda-benda yang jauh di permukaan bumi. Teropong bumi terdiri atas tiga lensa cembung, masing-masing sebagai lensa objektif, lensa pembalik, dan lensa okuler. Lensa pembalik hanya untuk membalikkan bayangan yang dibentuk lensa objektif, tidak untuk memperbesar bayangan. Lensa okuler berfungsi sebagai lup. Teropong bumi atau medan sebenarnya sama dengan teropong bintang yang dilengkapi dengan lensa pembalik. Sifat bayangan yang dibentuk teropong medan adalah maya, tegak, dan diperbesar.

F. Periskop

Periskop adalah teropong pada kapal selam yang digunakan untuk mengamati benda-benda di permukaan laut. Periskop terdiri atas 2 lensa cembung dan 2 prisma siku-siku sama kaki.

Gambar 24.6 Jalannya sinar pada periskop.

Jalannya sinar pada periskop adalah sebagai berikut.

1. Sinar sejajar dari benda yang jauh menuju ke lensa obyektif.
2. Prisma P_1 memantulkan sinar dari lensa objektif menuju ke prisma P_2.
3. Oleh prisma P_2 sinar tersebut dipantulkan lagi dan bersilangan di depan lensa okuler tepat di titik fokus lensa okuler.

Ilmuwan Kecil

Kerjakan kegiatan berikut di rumah secara berkelompok!

A. Tujuan

Kamu dapat membuat periskop sederhana.

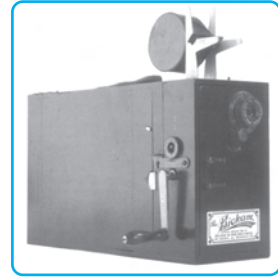
B. Alat dan Bahan

Sebuah kotak sepatu lengkap dengan tutupnya, dua buah cermin berukuran 10 cm × 15 cm, dua buah gelas plastik yoghurt yang bagian bawahnya telah dipotong, gunting, dan isolasi.

C. Langkah Kerja

1. Rekatkan semua tutup kotak!
2. Letakkan kotak itu berdiri dan buat lubang di sisi yang berseberangan dari kotak seperti yang ditunjukkan dalam gambar!
3. Masukkan cermin dalam celah, letak celah yang satu di atas celah yang lain!
4. Buatlah posisi cermin tersebut membentuk sudut 45° (sudut ini dapat kamu peroleh dengan melipat kertas yang membentuk siku-siku menjadi dua)!
5. Buatlah dua lubang melingkar masing-masing di sisi kotak yang berhadapan dengan permukaan cermin!
6. Letakkan gelas yoghurt ke dalam masing-masing lubang!
7. Arahkan bagian atas terbuka ke benda yang ada di dalam ruang lain!
8. Buatlah tulisan sederhana mengenai periskop buatanmu, sertakan analisismu supaya tulisanmu menjadi lebih menarik!

G. Proyektor Slide

Proyektor slide adalah alat yang digunakan untuk memproyeksikan gambar diapositif sehingga diperoleh bayangan nyata dan diperbesar pada layar. Bagian-bagian yang penting pada proyektor slide, antara lain lampu kecil yang memancarkan sinar kuat melalui pusat kaca, cermin cekung yang berfungsi sebagai reflektor cahaya, lensa cembung untuk membentuk bayangan pada layar, dan slide atau gambar diapositif.

Sumber: Jendela Iptek.

Gambar 24.7 Proyektor slide tahun 1895.

Soal Kompetensi

1. Apa yang kamu ketahui mengenai teropong?
2. Sebutkan macam-macam teropong dan kegunaannya!
3. Apa yang kamu ketahui tentang proyektor slide? Jelaskan!
4. Sebutkan kegunaan proyektor slide!

Rangkuman

1. Bagian-bagian mata adalah kornea, lensa mata, iris, pupil, aquaeus humour, otot mata (otot akomodasi), retina, bintik kuning, bintik buta, saraf mata, dan vitreous humour.
2. Daya akomodasi mata adalah kemampuan lensa mata untuk menebal atau memipih sesuai dengan jarak benda yang dilihat.
3. Beberapa jenis cacat mata, antara lain, miopi, hipermetropi, presbiopi, dan sstigmatisma.
4. Lup (kaca pembesar) adalah sebuah lensa positif yang digunakan untuk melihat benda-benda yang kecil agar tampak lebih besar.
5. Kamera adalah alat yang digunakan untuk menghasilkan gambar fotografi.
6. Bagian-bagian kamera, antara lain adalah lensa cembung, diafragma, apertur, *shutter*, dan film.
7. Mikroskop adalah alat optik yang digunakan untuk mengamati benda kecil.
8. Mikroskop terdiri atas dua lensa cembung , yaitu lensa objektif dan okuler.
9. Teleskop (teropong) adalah alat optik yang digunakan untuk melihat benda-benda yang letaknya jauh agar tampak lebih dekat dan jelas.

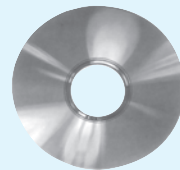
10. Periskop adalah teropong pada kapal selam untuk mengamati benda-benda di permukaan laut.
11. Proyektor slide digunakan untuk membentuk bayangan nyata yang diperbesar pada layar di dalam ruangan yang cukup gelap dari gambar-gambar diapositif.

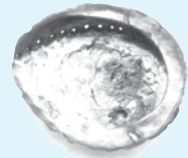
In Tips

Interferensi

Interferensi dapat dilihat pada percobaan optikal, permukaan CD, warna biru pada sayap kupu-kupu, dan bagian dalam kulit tiram. Interferensi menyebabkan warna-warni cemerlang serta pola-pola rumit.

Warna-warna interferensi terbentuk melalui cara yang berbeda dengan cara terbentuknya warna-warna yang dihasilkan pigmen. Di bawah cahaya matahari, permukaan yang berpigmen, misalnya selembar kertas biru, selalu tampak sama bagaimanapun kita melihatnya. Namun, jika kita melihat gelembung sabun atau bulu ekor merak, hasilnya menjadi berbeda.

Warna-warna yang kita lihat tergantung pada sudut pandang kita melihatnya. Jika kepala kita gerakkan, warna akan bertambah atau bahkan hilang sama sekali. Hal ini terjadi karena warna yang "beraneka ragam" itu dihasilkan oleh bentuk permukaan yang terpisah, tetapi jaraknya sangat dekat. Tiap-tiap permukaan benda yang mengalami interferensi memantulkan cahaya dengan cara yang sama, sehingga berkas-berkas cahaya yang terpantulkan saling mengganggu.

(a) Permukaan CD

(b) Sayap kupu-kupu

(c) Bagian dalam kulit tiram

Sumber: Jendela Iptek.

Pelatihan

A. Pilihlah jawaban yang benar dengan menuliskan huruf a, b, c, atau d di buku tugasmu!

1. Di laboratorium terdapat:

1. kamera	5. cermin
2. proyektor	6. teleskop
3. mikroskop	7. periskop
4. lup	8. episkop

   Alat-alat optik terdiri atas ....
   a. 1, 2, 3, 4, 6, dan 7
   b. 2, 3, 5, 6, 7, dan 8
   c. 3, 4, 5, 6, 7, dan 8
   d. 4, 5, 6, 7, 8, dan 1
2. Bayangan yang terbentuk pada mata bersifat ....
   a. nyata, terbalik, dan diperkecil
   b. nyata, tegak, dan diperkecil
   c. nyata, tegak, dan diperbesar
   d. maya, tegak, dan diperbesar
3. Jarak terdekat untuk mata normal orang dewasa adalah ....
   a. 10 – 15 cm
   b. 15 – 25 cm
   c. ± 25 cm
   d. ± 40 cm
4. Cacat mata hipermetropi disebabkan ....
   a. lensa mata tak dapat menipis sebagaimana mestinya
   b. lensa mata tak dapat menebal sebagaimana mestinya
   c. daya akomodasi sangat berkurang
   d. terjadi penipuan mata
5. Seorang anak tidak dapat melihat benda dengan jelas pada jarak 25 cm. Benda nampak jelas pada jarak 50 cm. Agar dapat melihat normal (± 25 cm), maka ia harus menggunakan lensa ....
   a. cembung dan berkekuatan +2 dioptri
   b. cekung dan berkekuatan -2 dioptri
   c. cekung dan berkekuatan +2 dioptri
   d. cembung dan berkekuatan -2 dioptri
6. Pada cacat mata hipermetropi, bayangan dari benda-benda yang dekat akan jatuh ....
   a. pada retina
   b. di depan retina
   c. di belakang retina
   d. di luar retina
7. Orang yang mempunyai cacat mata miopi dapat ditolong dengan lensa ....
   a. cekung
   b. cembung
   c. cekung – cembung
   d. datar
8. Kaca mata negatif dapat digunakan untuk membantu orang yang mempunyai cacat mata rabun jauh, sebab ....
   a. bersifat mengumpulkan sinar
   b. bersifat menajamkan sinar
   c. membentuk bayangan maya di dekat mata
   d. membentuk bayangan maya di titik jauh mata

9. Sifat bayangan yang dihasilkan oleh retina adalah ....
   a. sejati, tegak, dan diperkecil
   b. sejati, tegak, dan diperbesar
   c. sejati, terbalik, dan diperkecil
   d. sejati, terbalik, dan diperbesar
10. Seorang anak tidak dapat melihat dengan jelas lebih dari 3 m. Agar anak itu dapat melihat normal, maka harus menggunakan lensa ....
   a. cembung dan berkekuatan $+3\frac{2}{3}$ dioptri
   b. cembung dan berkekuatan $-3\frac{2}{3}$ dioptri
   c. cekung dan berkekuatan $-3\frac{2}{3}$ dioptri
   d. cekung dan berkekuatan $+3\frac{2}{3}$ dioptri

B. Jawablah soal-soal berikut dengan benar!

1. Diketahui seorang penderita miopi dapat melihat paling jauh 50 cm. Tentukanjarak fokus lensa kaca mata dan kekuatan kaca matanya!
2. Sebuah benda terletak 30 cm di depan lensa cembung. Hitunglah perbesaran bayangan, jarak fokus lensa, dan kekuatan lensa jika bayangannya terbentuk pada jarak 60 cm!
3. Jelaskan perbedaan periskop dan teropong bintang!
4. Ketika memotret benda yang sangat jauh, jarak antara lensa dan film 5 cm. Untuk memotret benda pada jarak tertentu, lensa kamera digeser ke depan sejauh 0,65 cm. Berapakah jarak benda tersebut dari kamera?
5. Seorang bapak tidak dapat melihat benda yang jaraknya lebih dari 5 m atau kurang dari 25 cm. Ia hanya dapat melihat dengan jelas jika benda berada pada jarak 40 cm. Bagaimanakah caranya agar ia dapat melihat benda yang jaraknya kurang dari 25 cm atau lebih dari 5 m?

Refleksi

Pelajarilah kembali materi dalam bab ini. Sekarang, buatlah sebuah puisi yang mengajak manusia untuk bersyukur atas karunia alat indra penglihat kepada Tuhan Yang Maha Esa. Bcakan pusisimu di depan kelas. Jika di nilai layak, maka krimkan ke majalah atau surat kabar yang ada di kotamu!

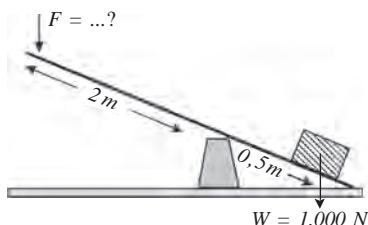
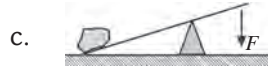
PELATIHAN ULANGAN SEMESTER GENAP

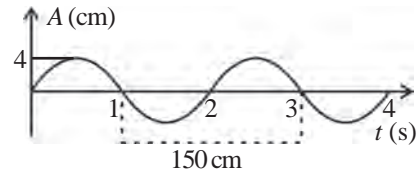
A. Pilihlah jawaban yang benar dengan menuliskan huruf a, b, c, atau d di dalam buku tugasmu!

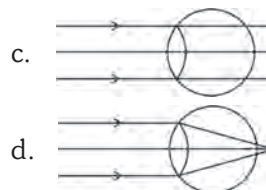
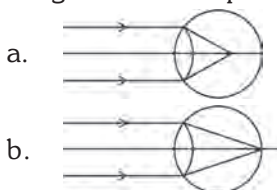
1. Di bawah ini yang termasuk GLBB dipercepat adalah ....
   a. mobil yang sedang direm hingga berhenti
   b. mobil yang sedang berputar
   c. bola yang dilempar ke atas
   d. bola yang mengelinding turun pada bidang miring yang licin
2. Sebuah kendaraan memiliki kecepatan awal sebesar 60 km/jam, kemudian 50 km/jam, 30 km/jam, dan akhirnya 0 km/jam. Gerakan ini dinamakan ....
   a. gerak beraturan
   b. gerak perubahan
   c. gerak diperlambat
   d. gerak dipercepat
3. Jika sebuah mobil menuju kota A yang berjarak 60 km dalam waktu 1 jam, maka kecepatannya adalah ....
   a. $\frac{1.000}{60}$ m/detik
   b. $\frac{100}{60}$ m/detik
   c. $\frac{600}{6}$ m/detik
   d. $\frac{60}{60}$ km/detik
4. Ada tiga gaya yang bekerja masing-masing bearnya 2 N menuju ke arah yang sama, maka resultan ketiga gaya tersebut adalah ....
   a. 6 N
   b. 1 N
   c. 0 N
   d. 5 N
5. Sebuah bola bermassa 3 kg digantung dengan seutas tali. Jika percepatan gravitasi di tempat itu 9,8 m/s^2, maka besar tegangan tali adalah ....
   a. 29,4 N
   b. 6,8 N
   c. 3,3 N
   d. 9,8 N
6. Benda akan selalu mempertahankan posisinya adalah inti dari hukum ....
   a. Newton I, II, dan III
   b. Newton III
   c. Newton II
   d. Newton I
7. Tekanan yang diberikan pada zat cair akan diteruskan ke segala arah dengan sama besar, pernyataan ini adalah inti dari hukum ....
   a. Archimedes
   b. Pascal
   c. Boyle
   d. Newton
8. Pernyataan yang benar tentang tekanan zat cair adalah ....
   a. makin dalam, tekanannya makin berkurang
   b. makin luas, tekanannya makin kecil
   c. makin dalam, tekanannya makin kecil
   d. makin luas, tekanannya makin besar

9. Sebuah bejana berisi air. Jika tinggi air 2 cm, massa jenis air 1.000 kg/m^3, dan gaya gravitasi bumi 10 m/s^2, maka tekanan air pada alas bejana itu adalah ....
   a. 200 N/m^2
   b. 200.000 N/m^2
   c. 2.000 N/m^2
   d. 20.000 N/m^2
10. Energi kinetik yang terdapat pada suatu benda adalah energi yang dimiliki karena ....
   a. kedudukan benda itu
   b. gaya pada benda itu
   c. adanya medan gravitasi
   d. benda sedang bergerak
11. Sebuah benda bermasa 2 kg bergerak dengan kecepatan tetap 10 m/s. Energi kinetik yang dimiliki benda tersebut adalah ....
   a. 2,5 J
   b. 5 J
   c. 100 J
   d. 10 J
12. Bagian magnet yang mempunyai gaya tarik terkecil dan terbesar adalah ....
   a. tepi kanan dan tepi kiri
   b. tepi kiri dan tepi kanan
   c. ujung dan tengah
   d. tengah dan ujung
13. Pernyataan berikut berhubungan dengan usaha dan energi.
   1. Usaha positif bila arah gaya searah dengan perpindahan.
   2. Usaha negatif bila arah gaya berlawanan dengan perpindahan.
   3. Makin tinggi letak benda terhadap bumi, makin besar energi kinetiknya.

   Pernyataan yang benar adalah ....
   a. 1 dan 2
   b. 3
   c. 2 dan 3
   d. 1, 2, dan 3
14. Sebuah bola bermassa 0,5 kg dilempar vertikal ke atas dengan kecepatan 20 m/s. Pada titik tertingginya, bola tersebut akan memiliki energi potensial sebesar .... (g = 10 m/s^2)
   a. 5 J
   b. 10 J
   c. 20 J
   d. 100 J
15. Bila panjang tuas 1 m dan panjang lengan beban 25 cm, maka besarnya keuntungan mekanis adalah ....
   a. 1
   b. 2
   c. 3
   d. 4
16. Perhatikan gambar di bawah ini!

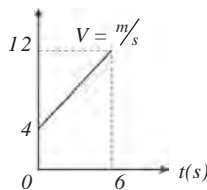
   F = ...?
   2 m
   0,5 m
   W = 1.000 N

   Besar kuasa (F) adalah ....
   a. 2.000 N
   b. 500 N
   c. 250 N
   d. 200 N
17. Gambar di bawah ini yang memiliki keuntungan mekanis terbesar adalah ....
   a. F
   b. F
   c. F
   d. F

18. Berdasarkan gambar di samping, pernyataan berikut benar, *kecuali* ....
    a. amplitudo gelombang 4 cm
    b. cepat rambat gelombang 75 cm/s
    c. periode gelombang 2 sekon
    d. frekuensi gelombang 0,05 Hz

A (cm)
4
1 2 3 4
t (s)
150 cm

19. Seutas tali yang panjangnya 4 m digetarkan sehingga terbentuk 2 bukit dan 2 lembah. Bila frekuensinya 10 Hz, maka cepat rambatnya adalah ....
    a. 160 m/s
    b. 40 m/s
    c. 20 m/s
    d. 10 m/s
20. Suatu pemancar radio memiliki panjang gelombang 50 m. Jika cepat rambat gelombang di udara 3×10^8 m/s, maka frekuensinya adalah ....
    a. 6×10^6 Hz
    b. $16{,}7 \times 10^6$ Hz
    c. 15×10^7 Hz
    d. 50×10^8 Hz
21. Bunyi yang dapat kita dengar disebut bunyi ....
    a. ultrasonik
    b. audiosonik
    c. infrasonic
    d. supersonik
22. Jika bunyi guntur terdengar 3 sekon setelah terlihat kilat, cepat rambat bunyi di udara 320 m/s, maka jarak guntur ke pendengar adalah ....
    a. 116,7 m
    b. 317 m
    c. 325 m
    d. 960 m
23. Gelombang bunyi ditembakkan ke dalam laut dan pantulan bunyi diterima setelah 5 sekon. Bila cepat rambat bunyi di laut 1500 m/s, maka kedalaman laut tersebut adalah ....
    a. 150 m
    b. 300 m
    c. 3700 m
    d. 7500 m
24. Sebuah benda terletak 60 cm dari cermin cekung yang jarak fokusnya 180 cm. Jarak bayangan yang terjadi adalah ....
    a. -45 cm
    b. -90 cm
    c. 120 cm
    d. 240 cm
25. Diketahui indeks bias kaca adalah 1,5. Jika cepat rambat cahaya di udara adalah 3×108 m/s, maka cepat rambat cahaya di dalam kaca sebesar ...
    a. 2×108 m/s
    b. 2×1016 m/s
    c. 4×104 m/s
    d. 12×106 m/s
26. Bagian mata yang fungsinya sama dengan diafragma pada kamera adalah ....
    a. retina
    b. iris
    c. kornea
    d. bintik kuning
27. Sinar jatuh ke sebuah prisma dengan sudut datang besarnya 25°. Jika sudut pembias prisma 30° dan sudut keluarnya 37°, maka besar sudut deviasi minimumnya adalah ....
    a. 30°
    b. 31°
    c. 32°
    d. 40°
28. Cacat mata seperti terlihat pada gambar di bawah ini yang dapat ditolong dengan kacamata positif adalah ....

    a.
    b.
    c.
    d.

29. Sebuah benda tingginya 4 cm berada 30 cm di depan lensa cembung yang jarak fokusnya 20 cm. Jarak bayangan yang dibentuk adalah ....
    a. 40 cm
    b. 50 cm
    c. 60 cm
    d. 80 cm
30. Periskop yang menggunakan prisma didasarkan pada peristiwa ....
    a. pemantulan baur
    b. pemantulan cahaya
    c. pemantulan teratur
    d. pemantulan serupa

B. Jawablah pertanyaan berikut dengan benar!

1. Berdasarkan grafik di samping, hitunglah:
   a. kecepatan awal,
   b. kecepatan akhirnya,
   c. percepatan, dan
   d. jarak yang ditempuh!

2. Kereta dorong mempunyai jarak ujung pemegang 1 m terhadap sumbu roda dan jarak titik beban ke sumbu roda 12 cm. Kereta dorong digunakan untuk mengangkut beban 500 N. Berapa besar gaya untuk mengangkut beban itu dan keuntungan mekanisnya?
3. Sebuah pesawat bergerak dengan kecepatan 10 m/s. Bila pesawat mendapat percepatan sebesar 4 m/s^2, maka hitunglah kecepatan dan jarak yang ditempuh pesawat tersebut setelah 4 sekon!
4. Sebuah pegas dalam waktu 1 menit melakukan 120 getaran. Tentukanlah frekuensi dan periodenya!
5. Panjang dawai pada sonometer dijadikan 0,5 kali panjang semula, sedangkan bebannya dijadikan 16 kali semula. Tentukan perbandingan frekuensi awal dan akhir!
6. Sebutkan beberapa cacat mata!
7. Panjang kolom udara tabung resonansi 60 cm. Saat itu terjadi resonansi keempat. Tentukan panjang gelombang bunyi yang digunakan!
8. Mengapa pada umumnya, daya akomodasi pada orang yang sudah tua berkurang!
9. Sebuah benda tingginya 10 cm berada di depan cermin cekung dengan jari-jari kelengkungan 50 cm. Jika jarak benda ke cermin 30 cm, tentukan jarak bayangan dan sifatnya!
10. Lukislah bayangan benda yang di bentuk oleh lensa cembung bila bendanya berada 4 cm dari lensa, jari-jari kelengkungan 10 cm dan tinggi 1 cm!

Tugas Proyek

Buatlah rangkuman materi mulai dari bab 16 sampai dengan bab 24 dari buku ini. Carilah informasi tambahan di buku-buku lain yang relevan atau di internet. Jilidlah rangkuman yang kamu buat dan jadikan modul pribadi. Bandingkan modul milikmu dengan milik temanmu. Mintalah guru untuk menyempurnakan modul yang kamu buat!

DAFTAR PUSTAKA

Ardley, Neil. 1996. *Cara Bekerjanya: Panas*. Semarang: Mandira Jaya Abadi.

Arnold, Guy. 1993. *Energi Nuklir* (Terjemahan). Semarang: Mandira Jaya Abadi.

Back, W. S., *et al*. 1991. *Life, An Introduction to Life.* New York. USA: Harper Collins.

Barrett. *et al*. 1986. *Biology*. New York: Prentice Hall. Englewood Cliffs.

Bender, Lionel. 2000. *Bagaimana Cara Kerjanya: Teleskop* (Terjemahan). Semarang: Mandira Jaya Abadi.

Biggs, A. *et al*. 1995. *Biology, The Dynamic of Life.* Westerville, OH. USA: Glencue/ McGraw-Hill Inc.

Bourgois, Paulette. 2002. *Menjelajah Ruang Angkasa: Matahari*. Jakarta: Elex Media Komputindo.

Brooks, P. 2002. *Bintang dan Planet 2* (Terjemahan). Jakarta: Elex Media Komputindo.

Carrington, R. and Editor of LIFE. 1973. *Plant.* Nederland: Time Life International Inc.

Chiras, D. D. 1993. *Biology, The Web of Life*. Minnesota, USA: West Publishing, Co.

Dunlap, Storm. 1994. *Pemecah Rekor: Bumi dan Alam Semesta* (Terjemahan). Semarang: Mandira Jaya Abadi.

Dwijoseputro. D. 1983. *Pengantar Fisiologi Tumbuhan.* Jakarta: PT. Gramedia.

______ 1977. *Pengantar Genetika,* Jakarta: Bharata Karya Aksara.

Ensiklopedia Indonesia Seri Fauna: Ikan. 1996. Jakarta: W. Van Hoeve.

Ensiklopedia Indonesia Seri Fauna: Mamalia. 1996. Jakarta: W. Van Hoeve,

Ensiklopedia Indonesia Seri Fauna: Reptilia. 1996. Jakarta: W. Van Hoeve.

Ensiklopedia Indonesia Seri Fauna: Serangga. 1996. Jakarta: W. Van Hoeve.

Gonick, Larry and Art Huffman. 2002. *Kartun Fisika* (Terjemahan). Jakarta: Gramedia.

Graham, Ian. 1995. *Alam Semesta* (Terjemahan). Jakarta: Quality Press.

Hare, Tony. Tanpa Tahun. *Pencemaran Laut*. Semarang: Mandira Jaya Abadi.

Jhonson, G. B. and P. H., Raven. 1996. *Biology, Principle and Explorations*. Austin Texas, USA: Holt, Rinehart, and Winston, Inc.

Jhonson, G. B. 1994. *Biology, Visualizing of Life*. Austin Texas, USA: Holt, Rinehart, and Winston, Inc.

Kindersley, Dorling. 2000. *Jendela Iptek: Ruang dan Waktu*. Jakarta: Balai Pustaka.

Lafferty, Peter. Tanpa Tahun. *Magnet sampai Dinamo* (Terjemahan). Semarang: Mandira Jaya Abadi.

Postlethwait, J. and J. L., Hopson, 1995. *The Nature of Life*. New York. USA: McGraw-Hill Inc.

Miller, K. and J., Levine. 1995. *Biology, Annotated Teacher Edition*. New Jersey. USA: Prentice Hall, Inc.

Radioputro. 1988. *Zoologi*. Jakarta: Erlangga.

Robson, D. 1995. *Mengamati Planet* (Terjemahan). Jakarta: Kesaint Blanc Indah Corp.

Robson, Pam. 1995. *Listrik* (Terjemahan). Jakarta: Kesaint Blanc Indah Corp.

Sastrodinoto, S (editor). 1980. *Biologi Umum I, II, dan III*. Jakarta: PT. Gramedia.

Setyadi, D. 2001. *Aneka Percobaan Suara*. Bandung: Remaja Rosdakarya.

Solopos. Edisi 3 April 2005.

Sumarwoto, O. 1999. *Ekologi, Lingkungan Hidup dan Pembangunan*. Jakarta: Penerbit Djambatan.

Suroso, A.Y. *et al*. 2003. *Ensiklopedia Sains dan Kehidupan*. Jakarta: CV. Tarify Samudra Berlian.

Surya, Yohanes. 2003. *Fisika itu Asyik*. Jakarta: Bina Sumber Daya MIPA.

-------. 2004. *Fisika itu Asyik* (Edisi Revisi). Jakarta: Bina Sumber Daya MIPA.

-------. 2004. *Fisika untuk Semua*. Jakarta: Bina Sumber Daya MIPA.

Sutrisno, Eddy. Tanpa Tahun. *Buku Pintar Penemu*. Jakarta: Taramedia dan Restu Agung.

Tim penyusun. 2004. *Materi Pelatihan Terintegrasi, Sains, Buku 1, 2, 3, dan 4*. Jakarta: Depdiknas, Ditjen Dikdasmen, Direktorat Pendidikan Lanjutan Pertama.

Tiner, Jhon Hudson. 2005. *Ilmu yang Berpengaruh di dalam Sejarah Dunia* (Terjemahan). Batam: Kharisma Publishing Group.

Towle, A. 1993. *Modern Biologi*. Austin Texas. USA: Holt, Rinehart and Winston, Inc.

Walker, Jane. 1996. *Bencana Buatan Manusia: Lubang Ozon*. Solo: Jatipati Luhur.

Went, F. W. and The Editor of LIFE. 1969. *Mammalia*. Nederland Time Life International, Inc.

KUNCI JAWABAN

BAB I

Pilihan Ganda

2. A 6. D 10. C
4. B 8. A

BAB II

Pilihan Ganda

2. B 6. B 10. A
4. D 8. A

BAB III

Pilihan Ganda

2. C 6. A 10. C
4. A 8. C

BAB IV

Pilihan Ganda

2. C 6. D 10. C
4. C 8. D

BAB V

Pilihan Ganda

2. B 6. C 10. A
4. D 8. D

BAB VI

Pilihan Ganda

2. D 6. A 10. C
4. B 8. A

BAB VII

Pilihan Ganda

2. D 6. C 10. C
4. A 8. D

BAB VIII

Pilihan Ganda

2. C 6. D 10. A
4. B 8. B

BAB IX

Pilihan Ganda

2. B 6. A 10. A
4. C 8. D

BAB X

Pilihan Ganda

2. B 6. B 10. C
4. A 8. D

BAB XI

Pilihan Ganda

2. D 6. B 10. C
4. A 8. A

BAB XII

Pilihan Ganda

2. C 6. B 10. C
4. B 8. A

BAB XIII

Pilihan Ganda

2. A 6. B 10. A
4. A 8. C

BAB XIV

Pilihan Ganda

2. D 6. D 10. B
4. B 8. D

BAB XV

Pilihan Ganda

2. D 6. C 10. A
4. C 8. D

PELATIHAN ULANGAN SEMESTER GANJIL

Pilihan Ganda

2. D
4. A
6. A
8. C
10. D
12. C
14. B
16. A
18. C
20. D
22. B
24. B
26. B
28. A
30. C
32. D
34. D
36. C
38. D
40. A

BAB XVI

Pilihan Ganda

2. C 6. D 10. C
4. B 8. B

BAB XVII

Pilihan Ganda

2. B 6. B 10. D
4. C 8. D

BAB XVIII

Pilihan Ganda

2. C 6. B 10. A
4. B 8. B

BAB XIX

Pilihan Ganda

2. D 6. A 10. A
4. C 8. B

BAB XX

Pilihan Ganda

2. B 6. C 10. B
4. C 8. B

BAB XXI

Pilihan Ganda

2. C 6. D 10. C
4. D 8. A

BAB XXII

Pilihan Ganda

2. B 6. C 10. C
4. D 8. D

BAB XXIII

Pilihan Ganda

2. B 6. A 10. C
4. B 8. C

BAB XXIV

Pilihan Ganda

2. A 6. C 10. C
4. B 8. C

PELATIHAN ULANGAN SEMESTER GENAP

Pilihan Ganda

2. C
4. A
6. D
8. B
10. D
12. C
14. A
16. C
18. B
20. C
22. D
24. D
26. B
28. D
30. B

GLOSARIUM

adhesi	:	daya tarik menarik antara molekul-molekul tidak sejenis
anemia	:	kekurangan darah sebagai akibat jumlah sel darah merah yang diproduksi lebih sedikit daripada jumlah sel darah merah yang hilang atau rusak
angiosperma	:	tumbuhan berbiji tertutup
antigen	:	salah satu zat kimia dalam darah yang berfungsi membantu pembentukan antibodi
balistik	:	ilmu yang mempelajari lintasan terbang proyektil, terutama yang mempunyai lintasan terbang parabolik dari satu tempat ke tempat lain diatas permukaan bumi
boraks	:	bahan pengawet bersifat antiseptik yang bersifat hablur (kristal) berwarna kuning atau serbuk berwarna cokelat, bukan untuk makanan, penggunaannya dilarang untuk bahan makanan
dehidrasi	:	kekurangan cairan tubuh
depresan	:	obat yang berfungsi menurunkan aktivitas sistem saraf pusat dan alat tubuh yang lain
energi bebas	:	ukuran kemampuan sistem untuk melakukan kerja
fertilisasi	:	pembuahan, pertemuan antara sel kelamin jantan dengan sel kelamin betina
formalin	:	bahan pengawet mayat, dilarang untuk mengawetkan makanan; larutan bening berbau menyengat, mengandung sedikit metanol untuk bahan pengawet dan pembunuh kuman
fotosintesis	:	proses pengubahan molekul anorganik menjadi molekul organik yang hasilnya dapat dilakukan oleh organisme yang memiliki klorofil dengan dibantu oleh sinar matahari
gizi	:	kandungan zat yang terdapat di dalam bahan makanan; zat makanan pokok yang diperlukan bagi pertumbuhan dan kesehatan badan
indung telur	:	tempat pematangan telur pada organ kelamin wanita, disebut juga ovarium
insektisida	:	bahan pembasmi serangga, baik di rumah maupun di lahan pertanian
kedaluwarsa	:	tanggal batas aman konsumsi; terlewat dari batas waktu berlakunya sebagaimana yang ditetapkan (tentang makanan)

klorofil	:	zat warna hijau daun, plastida yang dapat menang-kap cahaya matahari untuk melakukan fotosintesis
menstruasi	:	siklus bulanan pada wanita, yaitu keluarnya darah dari alat kewanitaan sebagai akibat meluruhnya dinding rahim dan pembuluh darah
osteoporosis	:	pengeroposan tulang
ovarium	:	lihat indung telur
ovulasi	:	keluarnya sel telur dari indung telur
paru-paru	:	volume udara maksimum yang dapat dihirup
pernapasan eksternal	:	pengambilan oksigen dari udara ke dalam paru-paru dan pengeluaran karbondioksida dari paru-paru ke udara.
pernapasan internal	:	pengambilan oksigen dari paru-paru ke dalam sel dan pengeluaran sisa pembakaran berupa karbondioksida dari sel ke dalam paru-paru
pernapasan kulit	:	pernapasan dengan menggunakan kulit
pestisida alami	:	obat untuk membunuh hama dan penyakit pada tanaman dan hewan yang berasal dari alam
pleura	:	lapisan yang melindungi permukaan paru-paru
poliatomik	:	molekul yang terbentuk dari tiga atau lebih atom yang sejenis
polisakarida	:	karbohidrat yang tersusun atas banyak monosakarida
proton	:	bagian atom yang bermuatan positif
senyawa	:	zat tunggal yang tersusun dari dua atau lebih jenis unsur yang terbentuk oleh ikatan kimia
stomata	:	mulut daun, lubang pertukaran udara dan penge-luaran air
tendon	:	otot rangka yang melekat pada periosteum tulang, baik secara langsung maupun dihubungkan dengan jaringan ikat
transgenik	:	pemanfaatan mikroorganisme untuk mengha-silkan zat yang tidak dapat diproduksi secara biasa
uap raksa	:	gas yang terjadi dari cairan raksa yang dipanasakan
unsur hara	:	zat-zat yang diperlukan untuk tanaman
zat adiktif	:	bahan kimia yang dimasukkan ke dalam tubuh manusia untuk memengaruhi fungsi faal, baik pada saraf maupun pada bagian tubuh yang lain
zat aditif	:	zat yang ditambahkan pada makanan untuk meningkatkan mutu, tampilan, dan kandungan gizi bahan makanan
zat radioaktif	:	pancaran sinar dari unsur kimia tertentu
zigot	:	hasil peleburan sperma dengan sel telur

INDEKS

A

Akomodasi 327, 328, 329, 331, 332, 333, 334, 335, 339, 341
Anorganik 56, 112, 116, 118, 147, 153, 154, 156, 159, 163, 166
Anspirasi 4, 5
Auksin 125, 126, 129, 130

B

Bentuk-bentuk energi 245, 246, 247, 254

C

Cermin cekung 339

D

Diafragma 65, 333, 339
Difusi 55, 67, 114, 130
Duodenum 65, 70

E

Energi 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 121, 127, 143, 169, 171, 230, 245, 246, 291, 292, 293

F

Floem 113
Fotolisis 111, 116, 118, 121
Fototropisme 123, 125, 129, 131, 132

G

Gaya tak sentuh 223, 225, 233
Gen 14, 15
Getaran 127, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 295, 297, 299, 301, 305, 306

H

Hidrotropisme 123, 125, 126, 131

J

Jantung 23, 201, 203, 204, 206, 207, 212

K

Kamera 327, 331, 333, 339, 341, 342
Kapilaritas 99, 108, 110
Keuntungan mekanis 257, 258, 259, 260, 261, 262, 267, 268
Klorofil 4, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 187, 191

L

Lensa cekung 329, 330, 331, 333, 336, 337, 339, 342
Lensa cembung 333
Longitudinal 285, 289, 290, 291, 293, 294, 295, 299, 305

M

Mata 4, 8, 13, 17, 23, 24, 25, 27, 28, 33, 34, 99, 102, 104, 107, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 124, 125, 126, 136, 138, 140, 143, 145, 151, 155, 156, 179, 200, 208, 212, 228, 229, 230, 232, 239, 246, 247, 249, 264, 277, 284, 292, 299, 304, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 339, 340, 341, 342
Menopause 19
Menstruasi 19, 20, 23, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 33
Mesofil 113
Metagenesis 1, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17
Metamorfosis 1, 3, 10, 11, 13, 14, 16, 17
Mikroskop 327, 333, 334, 335, 336, 337, 339, 341

N
Nada
Nasti 123, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132
Newton 226, 233, 235, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244

O
Optik 327, 328, 331, 336, 339, 340, 341

P
Pemantulan 295, 303, 304, 305, 308
Perambatan 289, 290, 291, 295, 334
Perkembangan 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 28, 30, 31, 32, 33, 171, 185, 188, 304, 307

R
Roda 239, 241, 257, 259, 261, 263, 264, 265

S
Sendi 23, 31, 35, 36, 39, 42, 43, 44, 46, 48, 50, 51, 52, 112, 116, 119, 120, 167, 189, 239, 244, 256, 268, 272, 304, 333, 336
Sumber energi 4, 116, 119, 171, 245, 246, 247, 249, 254

T
Tekanan 53, 126, 127, 129, 152, 160, 203, 204, 206, 207, 242, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 278, 279, 280, 281, 282, 284, 299
Transpirasi 116
Transversal 285, 289, 291
Tropis 123, 124, 125, 126, 128, 129, 130, 131, 132
Tuas 257, 258, 259, 260, 264, 266, 267

U
Usaha 128, 202, 211, 212, 215, 231, 239, 245, 246, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 258, 263, 264, 265, 268

X
Xilem 6, 99, 101, 103, 108, 110, 113

Z
Zat cair 136, 269, 270, 272, 274, 275, 276, 277, 281, 282, 283, 289, 295, 297, 298
Zat padat 269, 270, 272, 281, 289, 290, 295, 298, 305

ILMU PENGETAHUAN ALAM (TERPADU)

Untuk SMP dan MTs Kelas VIII

Keingintahuan terhadap alam dan hasrat untuk memahami ling kungan serta interaksi yang terjadi di dalamnya seringkali memunculkan berbagai pertanyaan. Cabang ilmu yang dapat menjawab berbagai pertanyaan tersebut adalah ilmu pengetahuan alam. Ilmu pengetahuan alam terdiri atas fisika, biologi, dan kimia.

Dengan menggunakan buku ini, kegiatan belajar tentang alam menjadi sesuatu yang sangat menyenangkan. Buku ini menekankan pembelajaran salingtemas (sains, lingkungan, teknologi, dan masyarakat) secara terpadu. Materi dalam buku ini disajikan secara sistematis, dilengkapi contoh soal yang diselesaikan langkah demi langkah, dan diakhiri dengan **Peta Konsep. Soal Kompetensi** dalam buku ini merupakan barometer tingkat pemahamanmu terhadap materi yang dipelajari. Untuk memacu kreativitas dalam melakukan percobaan dan mengasah kemampuan menulis, buku ini menyediakan kolom **Kegiatan** dan **Ilmuwan Kecil** yang disusun sesuai materi, pemahaman, dan tingkat perkembanganmu.

Penyegaran ingatan dan penambahan khazanah keilmuan disajikan buku ini dalam kolom **Tokoh** dan **InTips**. Kamu dapat memahami perjuangan tokoh ilmu pengetahuan alam sepanjang sejarah dan mengetahui betapa banyak keasyikan serta manfaat ilmu pengetahuan alam dalam kehidupan manusia. Pemahaman yang mendalam terhadap peristiwa alam akan membuka ruang lebih luas untuk memahami kebesaran Allah, Tuhan Yang Maha Pencipta.

ISBN 978-979-068-980-0 (no. jilid lengkap)
ISBN 978-979-068-986-2 (jil. 2a)

Buku teks pelajaran ini telah dinilai oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) dan telah ditetapkan sebagai buku teks pelajaran yang memenuhi syarat kelayakan untuk digunakan dalam proses pembelajaran melalui **Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 69 Tahun 2008, tanggal 7 November 2008**.

*Harga Eceran Tertinggi (HET) *Rp21.181,00*